无线电

2007年 合订本 下

1955年创刊 www.radio.com.cn 国内邮发代号：2-75 国外代号：M106

定价：38元

《无线电》杂志社 编

ISBN 978-7-115-17183-2

本书附赠光盘

虚拟电子实验室 multiSIM 视频教程（85 分钟）、和文章相关的单片机源程序、印制电路板图、资料等

上册 ● 特别企划 ● 音频应用 ● 家电与维修 ● 附加资料

下册 ● 应用电路与制作 ● 初学者园地 ● HAM 通信 ● 电脑·单片机 ● 附加资料

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

无线电
RADIO
2007
1
华谊仪表
领先的测试科技
Http://www.mastech.cn
2
因为梦着你的梦……
CR-100 & CR-1000
TECSUN
德生牌收音机
http://www.tecsun.com.cn E-mail:tecsun@tecsun.com.cn
3
数字调谐钟控收音机
CR-100 CR-200 CR-1000
4
VICTOR
www.china-victor.com
5
CR-200
6
UNI-T
优利德仪器
7
VICTOR 胜利仪器
8
VICTOR 14/15校验仪系列
9
OWON
移动测试专家
安全、稳定、经济
HDS 系列
2062M手持数字示波表
10
TECSUN
CR-200
11
没有什么能够阻挡，我对单片机的向往
12
学笔记本电脑维修 从本专集开始
笔记本电脑维修专题
电脑硬盘维修专题

无线电 合订本

2007年（下）

《无线电》杂志社　编

人 民 邮 电 出 版 社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

《无线电》合订本. 2007年. 下册 / 《无线电》杂志社编.
北京：人民邮电出版社，2008.1
ISBN 978-7-115-17183-2

Ⅰ. 无… Ⅱ. 无… Ⅲ. 无线电技术—2007—丛刊
Ⅳ. TN014-55

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 178907 号

内 容 提 要

《无线电》合订本 2007 年(下)分正文和附录资料两部分。正文囊括了《无线电》杂志 2007 年第 1 ～ 12 期“应用电路与制作”、“初学者园地”、“HAM 通信”、“电脑·单片机”栏目的全部内容，并经过了再次编辑加工整理，按期号、栏目等重新分类排版，目录则按连载专题等重新分类排版，以方便读者阅读。附录资料介绍了 5 种常用的 AC-DC 开关电源电路特征和相关集成电路数据及典型应用。

随书附赠光盘收录了虚拟电子实验室 multiSIM 视频教程(85 分钟)、和文章相关的单片机源程序、印制电路板图、资料等。

本书信息量大，涉及电子技术广泛，正文文章精炼，内容实用，技巧经验丰富，附录资料更是精彩实用，适合广大电子爱好者、电子技术人员阅读。

无线电合订本 2007 年(下)

◆ 编 《无线电》杂志社
责任编辑 尹 飞 张 岩

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 http://www.ptpress.com.cn
http://www.radio.com.cn
北京铭成印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本：787×1092 1/16
印张：36
字数：1 166 千字 2008 年 1 月第 1 版
印数：1 - 11 000 册 2008 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-17183-2/TN

定价：38.00 元（附光盘）

读者服务热线：(010)67132837 印装质量热线：(010)67129223

反盗版热线：(010)67171154

广告经营许可证：京崇工商广字第 0021 号

单片机开发及单片机培训 www.51186.com

一：北京鑫嘉智科技中心专业从事单片机培训，为您从事电子方面的就业及发展创造更多机遇。

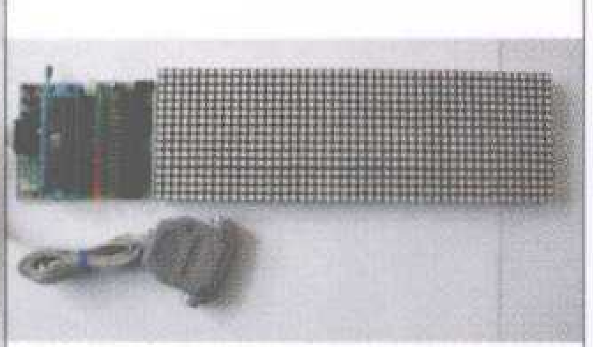
1： 初级班学习内容：学员随到随学，工程师一对一单独辅导。ATMEL51、PIC 型号单片机（任选其一），从汇编语言的指令开始学习，程序由浅入深，并由学员亲自组装实验板，编写程序后可以在实验板上看到程序运行的过程，真正做到理论结合实际。学时：7 天；学费：780 元（不含食宿）。

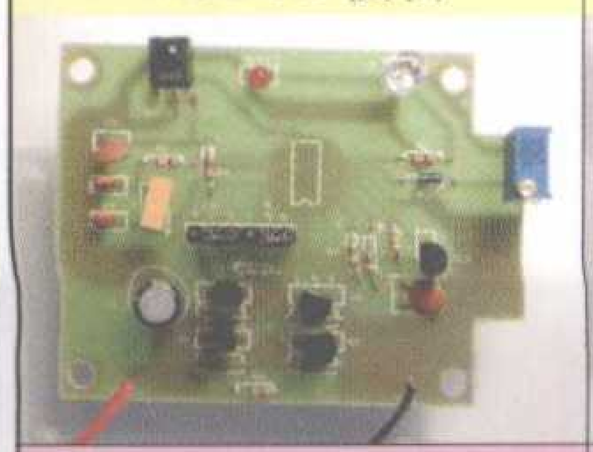
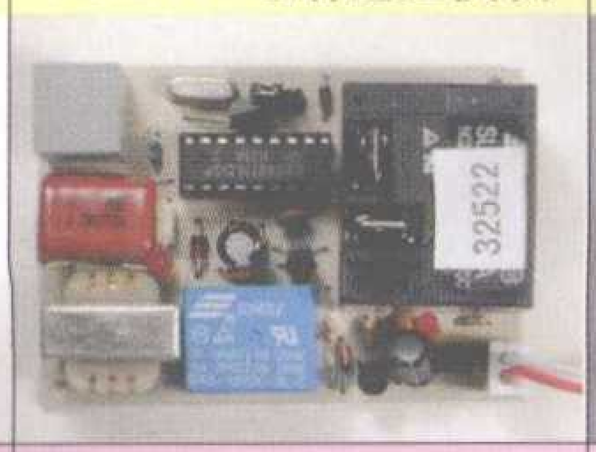
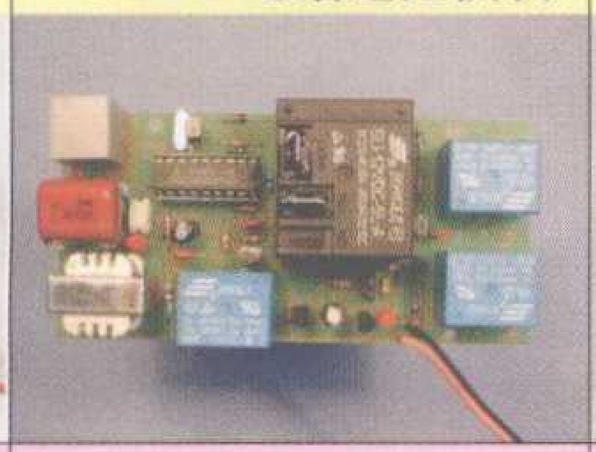
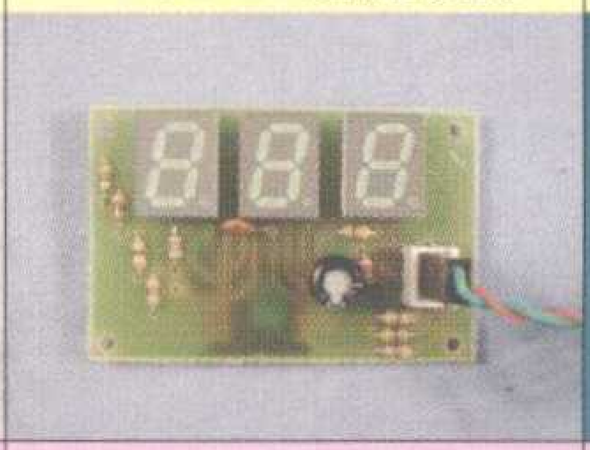
2：提高班：时控、温控、液晶屏、I² 协议、单总线、RS232、RS485、SPI 等。学时 20 天；学费 2480 元（不含食宿）。

3：邮购资料：ATMEL51、PIC 型号单片机（任选其一）。包括：资料（本中心配套编写，通俗易懂）、实验板、芯片、程序下载线，光盘（内含汇编软件、实验程序、下载线驱动）。初级：580 元；提高班 2280 元。

4：线路板设计（Protel 99 SE 软件）：学时：7 天；学费：680 元（不含食宿）。

二：北京鑫嘉智科技中心专业从事单片机开发，如自控、遥控、仪器仪表等。请将开发的要求告诉我们，您会得到相应的答复及不同的解决方案供选择，并可针对所开发项目进行专项培训指导以解决后续生产中的技术问题。同时承接进口电子产品国产化及电子产品的核心原理破解与复制。使您的产品降低成本、更新换代创造出更多的利润空间。**以下套件邮费 10 元 / 次。**

XJZ-1A 测距模块	XJZ-1B 测距模块	点阵套件	电动阀门	XJZ-6A 模块	XJZ-6B 模块
					
电压：5V 尺寸：60 × 80mm 功能：通过按钮对功能的设定，吸合与释放开关。（两路开关） 感应距离：0.4M–6M 成品：160 元 / 只	电压：5V 尺寸：52 × 82mm 功能：上电后显示与被测物体之间距离。 感应距离：0.4M–6M 成品：58 元 / 只	48 × 16LED 点阵，含线路板、驱动芯片及外围元件等。配有中、英文字模资料、PC 机下载线及示范程序。 每套：380 元	电压：5V 静态电流：0.08mA 运行电流：≤ 35 mA 开关位时间：≈ 16s 工作压力：0.8Mpa 最高介质温度：105℃ 成品：95 元 / 块	电压：直流 12V 尺寸：24 × 25mm 功能：适用于供电式感应水龙头或感应开关。 感应距离：3–15cm 可调 单价：26 元 / 只	电压：5V 尺寸：25 × 25mm 功能：适用于干电池式感应水龙头或感应开关。 感应距离：3–15cm 可调 单价：35 元 / 只

XJZ-6C 模块	XJZ-7A 电话遥控模块	XJZ-7D 电话遥控模块	XJZ-2A 测温模块	XJZ-2B 测温模块	温湿度传感器
					
电压：5V 尺寸：50 × 66mm 功能：适用于暗装自动冲水开关 感应距离：5–100cm 可调 单价：36 元 / 只	电压：11–13V 尺寸：50 × 72mm 功能：1 路电话远程遥控开关 成品：78 元 / 块	电压：11–13V 尺寸：50 × 104mm 功能：3 路电话远程遥控开关 成品：88 元 / 块	电压：5V 尺寸：68 × 69mm 功能：一路温控开关 成品：85 元 / 块	电压：5V 尺寸：32 × 50mm 功能：温控不带开关 成品：39 元 / 块	湿度：电压模拟信号 温度：1–Wire 格式 单价：28 元 / 只

北京鑫嘉智科技中心

地址：北京宣武区长椿街西里 7 号东楼 504 邮编 100053 联系人：付国迎 电话：(010) 63189417 63189461 63189469（兼传真） 13910331843 电子信箱：xjz23@sohu.com

二十一世纪家电维修的必备工具 家电维修软件中的“航空母舰”

启明大型家电维修与教学软件

2007A 集 7 万多种机型的维修经验和资料

28 万多种元器件的电气参数 12 万张电路图

启明家电维修网是家电维修网站中璀璨的明星

本软件简称**启明软件**，2007 年 6 月正式升级到 2007A，企业版总容量为 21GB，39 张光盘(2006A 为 16.5GB，31 张)，2007A 继承了 2006A 的全部功能，且功能更加完善，内容更加丰富。判断家电维修软件的金标准是：1.究竟能为多少种家电提供智能化计算机辅助诊断和维修经验？2007A 能提供 239 个种类、8300 多个品牌、7 万多种型号家电的计算机辅助诊断和维修经验，其中电视近 800 个品牌、2.8 万多种型号。2.究竟能提供多少张电路图？2007A 能提供 12 万多张电路图。3.究竟能提供多少种与家电相关的元器件（特别是集成块、晶体管、场效应管）的参数？2007A 能提供 28 万多种型号元器件的参数(其中集成块 3.4 万种，晶体三极管 5 万多种型号（8 万多种不同数据），二极管 5 万多种型号（6.4 万多种不同数据），场效应管 5.2 万种，可控硅 3.2 万种，还有遥控器、行变、显像管等元器件近 2 万种。集成块代换型号 4.6 万种)。4.究竟能提供多少种家电的硬件(电路、结构)和软件的工作原理？2007A 能速查电视机、音像制冷、通信、交通等 69 个种类 6 千多种产品的电路工作原理。通过举一反三，可理解同类家电的工作原理。5.提供优质的售后服务。我们采用电话和网络形式及时回答用户问题，解决使用软件的疑难。用户每年都可享受优惠的软件升级服务。

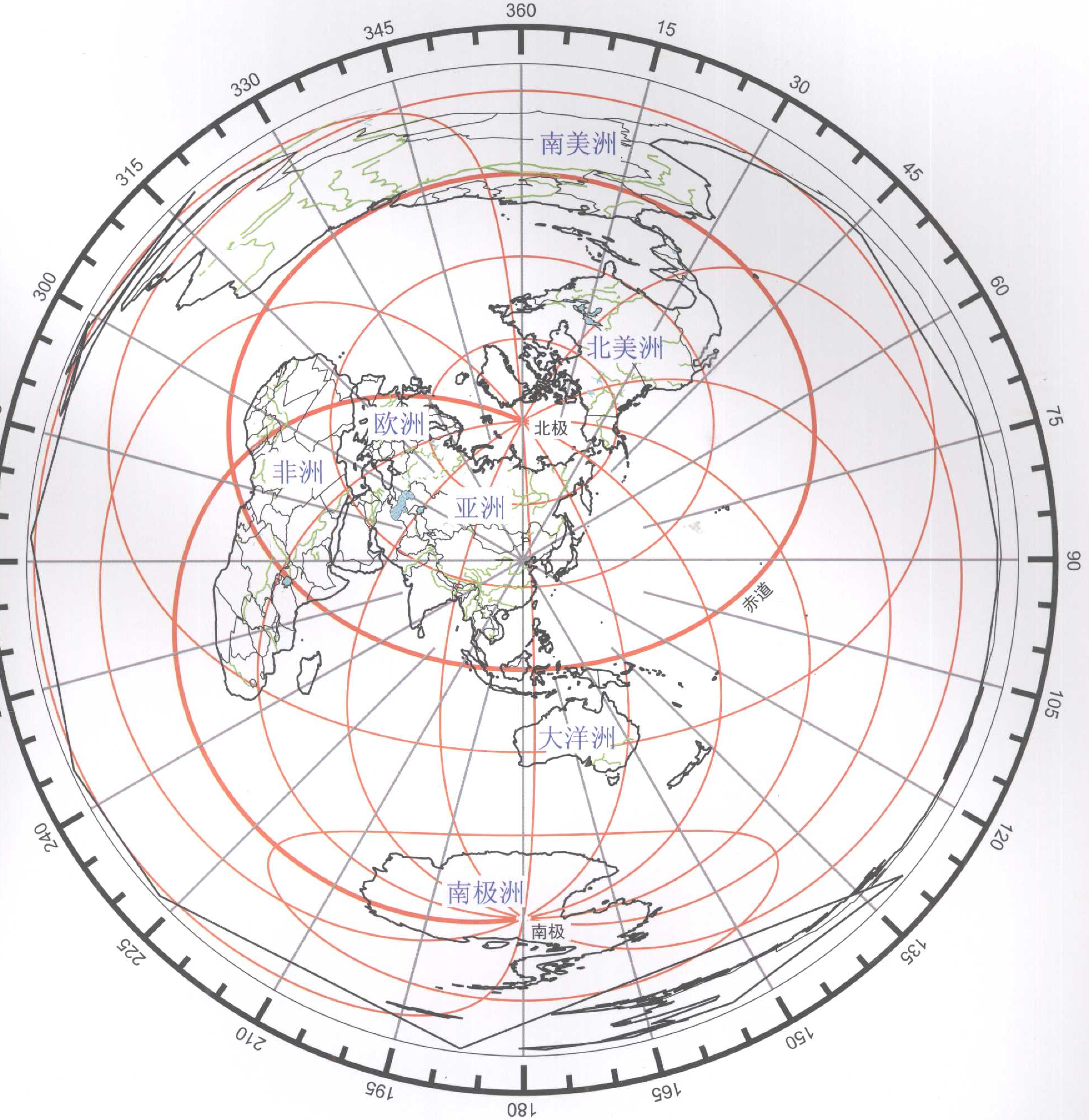
除上述关键指标外，启明软件还具有如下功能：1.E²PROM 写入器(总线彩电复制器)可对总线数据进行备份、擦除和改写，有 6 千多种彩电、显示器、影碟机的总线数据，用户还可以多次提取与保存各种产品的总线数据；2.具有编辑和显示用户维修经验及数据的电子笔记本（个人数据库），可将用户的维修经验和集成块、三极管数据输入保存，并可随时调出使用或删除；3.多媒体教学讲解电视机、手机、VCD 原理，图、文、声并茂；4.具有常用家电中英文及缩写三向互查电子词典（10 万多条）；5.可速查多种家电维修期刊十多年的科技文献目录(近 15 万条)；6.具有家电维修经营管理和物流管理功能，帮助记录、统计、查询、打印家电维修经营业务和材料出库业务。

本软件**分为六种版本**：①**电视机专版**（含电视机、投影电视、卫星电视接收机、有线电视、小家电、UPS 电源等）；②**音像制冷版**（包含电视机专版全部内容，另增摄像机、录像机、VCD、DVD、音响、空调、冰箱、洗衣机、小家电、医疗器械等）；③**通信计算机版**（含手机、电话、小灵通、传真机、计算机、显示器、打印机、复印机、游戏机、UPS 电源等）；④**专业版**（包括音像制冷版和通信计算机版的全部内容）；⑤**汽车摩托车版**（包括汽车、摩托车、电动自行车、汽车音响的电器维修）；⑥**企业版**（包括专业版和汽车摩托车版的全部内容）。团购优惠，欢迎代销，免费索取软件介绍资料。

总设计、主编：冯启明。通信地址：**武汉市喻家山华中科技大学喻园小区 9 栋 17 单元 1002 室 冯启明** 邮编：430074 电话(节假日照常服务，每天 8：00 至 17：30)：027-87546258、87542465(兼传真)、13797049281。QQ：645541080 或 78268261。Email：fqm@qmstar.com 或 fqm701@mail.hust.edu.cn 维修网站：http://www.qmstar.com 或 http://www.qmstar.net 本软件每年都会升级，请关注本刊、《电子报》、《家电维修》、《家电检修》、《汽车维护修理》等刊物 2008 年新近广告。

隆重推出 ISP(在线可编程)单片机实验板，有配套教材，功能齐全，编程与开发方便，能开出单片机所有软、硬件实验，价格优惠，欢迎来电咨询。

业余无线电通信大圆图（示意图）



本期《无线电》杂志附赠的彩页资料是以北京为中心绘制的业余无线电通信大圆图（示意图）。

“大圆图”是以地球上某个位置为中心点的球面展开示意图，它是业余无线电通信活动中经常用到的资料，也是很实用的科普图。

业余无线电通信爱好者可以参考大圆图中的通联目标的方位来调整自己的天线指向，以达到最佳的效果。比如，要和美国东海岸的城市（如纽约）的业余电台通联，应把天线的指向对准正北偏东方向，使电波通过北极上空到达目的地，从而得到最近的传播距离。

本刊将在2008年的杂志上陆续刊登一些和无线电兴趣爱好相关的实用图表和制作资料，欢迎广大的无线电爱好者为本刊投稿。

无线电合订本

2007年（下） 目录

● 应用电路与制作

新型电压检测芯片PT7M610X及其应用 ---------- 唐黎明 1
一款有线广播电脑自动管理系统的制作 ---------- 晨 风 3
一款新颖的车辆语音提示报警装置 ------------- 丁德勤 5
对一种温控仪的改进设计 --------------------- 郭 帅 6
0～30V稳压管测试器 ------------------------- 俞 虹 8
运放，我们需要什么？ ---------------吴红奎 吴红静 9

新品速递

运放 ---------------------------吴红奎 吴红静 11
音频功放集成电路 ----------------------------- 22
锂电池充电（管理）集成电路 -------------- 吴红奎 41
LED驱动集成电路 ------------------------ 吴红奎 51
FM接收／发射集成电路 -------------------- 吴红奎 66
AC-DC开关电源PWM集成电路 --------------- 吴红奎 85
电子标签（RFID）集成电路 --------------- 吴红奎 94
DC-DC开关电源稳压集成电路 ------------- 吴红奎 106
新型AD/DA转换器集成电路 --------------- 吴红奎 115

新颖的免调整AM接收芯片 ------------------ 唐黎明 14
家庭实用投影机的制作方法 ---------------- 黄志明 16
自制家用厨房定时提醒器 ------------------ 张晓光 18
OPA2277的特性及其应用 ------------吴红奎 吴红静 20
仅用两节AA电池的手机应急充电器 ------刘 峰 周炳峻 25
分压电阻值的便捷设定 -------------------- 杨德印 26
人造石制作的音箱 ------------------------ 徐宝全 27
充电电池在电动工具中的应用 -------------- 唐黎明 29
BH1417F锁相环调频立体声发射板的制作 ------- 王晓鹏 32
一种简易的微型直流电机启动控制电路 ---------- 雷学堂 34
改进型扬声器保护电路 -------------------- 李友德 35
制作一款简单实用的栅网式防盗报警器 ---------- 张晓光 36
PT7M61 01/02的典型应用方案 -------------- 方佩敏 37
用MAX666制作的新型节能声控灯 ------------- 李万乐 39
湿度测量自动浇花器 ---------------------- 杨绪业 45
新型光控传感器ON9668的应用 -------------- 郑国恩 46
自制转换电路让手机／小灵通也能发传真 -------- 彭 元 48
用触发器实现一按键双功能电路 -------------- 余阿陵 48
用普通硬盘打造全能数码影音中心 ------------- 陶 言 49
VICTOR 25多功能过程校准器应用实例 --苏建伟 刘 波 50
浅谈白光LED的应用 ---------------------- 屈朋伟 55
小型便携式1W LED应急台灯 ----------屈朋伟 李 辉 56
人体红外线控制LED镜灯 ------------------ 孙志甫 57
剖析电动车充电器之工频充电器 -------------- 唐奂知 60
微距无线供电发射模块VOX06MP01 ------------ 吴 玥 63
锂电池及其充电电路漫谈(上) ---------吴红奎 吴红静 69
自制随身“电源” ------------------------ 余滨松 72
简单安全的锂电池充电电路 ---------------- 虞世舜 73
自制车载电源直流变换器 ------------------ 吴宪龙 74
自制可单节或多节充电的镍氢电池充电器 -------- 张晓光 75
电子鞭炮的设计与制作 -------------------- 龙安国 76
锂电池及其充电电路漫谈(下) ---------吴红奎 吴红静 78
给农用点种机加上电子智能装置 -------------- 刘航宇 80
一款新型电动自行车充电器电路的剖析 --------- 陈文启 82
半导体冷热座椅 -------------------------- 俞 虹 83
一款可编程的无线音频发射模块FM2008 -------- 甘铭晓 84
用报废的螺口电子节能灯泡改装LED节能灯泡 ---- 杨 喆 88
我对制作LED照明灯的几点认识 -------------- 史广生 89
用廉价DV实现居家防盗 -------------------- 陈如柏 90
改进的时钟定时电路 ---------------罗 文 罗清华 91
烟雾自动排风控制器 ---------------------- 陈有卿 97
6GHz频率计的制作 ------------------------ 杨百盈 98
USB单片DAC PCM2702及其应用 -------------- 吴 玥 101
列车广播抗干扰自动静音控制器 -------------- 梁 政 104
自己动手做个恒流电子负载机 ---------------- 冉小平 109
自制金属探测器 -------------------胡 炼 贺 静 110
改进型无线耕牛防盗器的制作
-------------------- 刘航宇 蔡传成 徐燕林 刘 智 111
一种性能优良结构简单的AGC电路 ------王剑锐 常世昌 112
跟我来做EP51编程器 ---------------------- 石学军 113
用ICL8038制作多功能信号发生器 ------------ 陈吹信 118
编辑部实测 ------------------------------------ 120
无线供电集成电路及其应用 ------------------ 古 人 121
近距离感应式检测电路的设计与制作 ----------- 王明洋 123
三种节能的电子触摸开关 ------------------- 彭佩烘 124

● 初学者园地

奇妙变色光纤“花” ———————————— 张晓东 126
2006年北京市中小学生电子技术竞赛圆满举行 ——— 本刊记者 127

有线电视室内布线讲座

有线电视布线器材 ———————————— 柳 深 128
室内布线的方法与用户终端常见故障 ————— 柳 深 138

小制作点点通

教你看懂电路图 ———————————— 莫 恩 131
学会设计电路板 ———————————— 莫 恩 136
如何制作电路板 ———————————— 莫 恩 143
如何进行焊接安装 ———————————— 莫 恩 154
如何用好万用表 ———————————— 莫 恩 161
怎样制作稳压电源 ———————————— 莫 恩 168
怎样制作音乐门铃 ———————————— 莫 恩 180
怎样制作无线话筒 ———————————— 莫 恩 188
怎样制作超声波“电筒” ———————————— 莫 恩 199
关于放大器反馈类型判定的又一方法 ————— 李德生 133
2006年北京市中小学生电子技术竞赛笔试题 ——— 宋东生 134
2006年北京市中小学生
电子技术竞赛装机竞赛内容分析 ————— 张 军 135

学·做·用

会叫的“小猪”灯笼 ———————————— 张晓东 142
趣味“黑白猪”音响盒 ———————————— 张晓东 147
趣味跷跷板 ———————————— 张晓东 152
低成本婴儿尿湿提醒器 ———————————— 张晓东 166
音乐钱筒 ———————————— 俞 虹 王 捷 172
会说话的“金猪”储钱罐 ———————————— 张晓东 175
多功能测电笔 ———————————— 张晓东 194
自制简易家用婴儿监听器 ———————————— 张晓东 206
2006年北京市中小学生
电子技术比赛装机竞赛内容分析 ————— 张 军 145
2006年北京市中小学生电子技术竞赛笔试题 ——— 宋东生 146
无线编码遥控门铃教学套件的原理与制作 ————— 孙心若 149
2006年北京市中小学生
电子技术竞赛笔试题答案（高中组）———————— 156
认识电动自行车蓄电池 ———————————— 唐奂知 157
我也来谈CMOS与非门的模拟放大应用 ————— 布拉克 159
模具法快速拆卸集成电路 ———————————— 李殿兵 160
轻松认识8051（上）———————————— 张义和 陈敌北 164
让您的充电电池益寿延年
——蓄电池的鉴别、养护及维修 ————— 王 霞 王福海 170
轻松认识8051（下）———————————— 张义和 陈敌北 173
一只电容提高遥控器发射距离 ———————————— 张俊霞 174
实用的新型数码录放王系列制作套件 ———————————— 177
初学单片机十问十答（上）———————————— 周 坚 178
可靠、省心的“电子秋千” ———————————— 滕今朝 182
自己动手安装
简易场效应管－集成电路直放式收音机 ————— 赵世平 183
初学单片机十问十答（中）———————————— 周 坚 186

BEAM机器人DIY

什么是BEAM机器人 ———————————— 温正伟 190
做个简单有趣的BEAM机器人 ———————————— 温正伟 196
BEAM常用元件和制作技巧 ———————————— 温正伟 202
初学单片机十问十答（下）———————————— 周 坚 192
绝缘栅型场效应管实用检测方法与技巧 ————— 曹 文 197
使用数字万用表测量晶体三极管的方法 ————— 张瑞锋 204
模块化搭建电路提高实验效率 ———————————— 柯善惠 205
只用1节5号电池供电的超高亮LED电路 ————— 赵世平 210

● HAM通信

BS7H黄岩岛国际业余无线电远征队纪事 ————— 文翰墨 212
本刊访问美国业余无线电转播联盟（ARRL）——— 本刊记者 214
走进2007中国业余无线电节
——一位HAM眼中的“五五节” ————— 朝 晖 215

业余电台入门设备配置指南

设备配置须知 ———————————— 杨 法 217
主流业余电台设备的行情 ———————————— 杨 法 220

专题 业余无线电家 ———————————— 224

协会之窗

《无线电》与《业余无线电家》合作出版 ————— 225
中国无线电运动协会简介 ———————————— 225
加入中国无线电运动协会的简单流程 ————— 225

活动报道

业余通信传友谊 中国学生与国际空间站宇航员对话
———————————— 本刊记者 226
2007年业余无线电通信锦标赛随笔 ————— 本刊通信员 229
关于BS7H操作礁石的命名 ———————————— 文翰墨 230
盛夏的狂热
——记2007 IARU短波世界锦标赛 — 陈 衡（BD5RV）231
ARISS在中国
手牵手，让我们的梦更远 ————— 陈 衡（BD5RV）234

交流提高

业余无线电爱好者的电台室 ————— 范 斌（BA1RB）237

业余电台入门设备配置指南

设备配置方案 ———————————— 杨 法 239
相同与不同 ————— 作者：马长有（BG2ACA）241
“火腿族”的网上乐园 ————— 赵素汉（BA7AS）242

技术园地

DIY简易V/U段“J”形和

HF 段倒“V”天线 ---------- 张晓平（BD6CS）243
短波三角形四波段倒 V 天线 -------- 贺欣颖（BD6BX）245
HF 6 波段 2 单元组合式便携 YAGI -- 陈荣标（BG7IGG）246
墙内开花墙外香
——八木天线的故事 ------ 编译／孟繁荣（BG1TEU）247
垂直天线的安装高度及地网 -- 编译／黎一中（BG4CTL）248
DIY 自己的电报译码器 ---------- 王 东（BD9EZ）249
成为点击莫尔斯电码的能手
——谈“三、三线”点击法 ---------- 徐世兴 252

新品动态

八重洲 YAESU VX-3R 新机发布 -- 黎 海（BD7PA）253

资料

2007 年三级《业余电台操作证书》考核试题 ---------- 254
2007 年二级《业余电台操作证书》考核试题 ---------- 255
2007 年一级《业余电台操作证书》考核试题 ---------- 257

地方动态

合肥无线电运动协会 3 月 17 日成立 -- 赵 军（BG6BEQ）258
安徽省无线电技术协会成立大会
于 7 月 28 日召开 ---------- 方 明（BA6AA）258
绍兴柯桥中学 BY5DA 集体业余电台开台 ---------- 258
各地无线电管理局纷纷开展
无线电法规宣传活动 ---------- 本刊通信员 258
JS-RSA 四波段收信机 ---------- 卜宪之（BD4RG）259
业余电台天线选配指南（上）------ 杨 法（BD4AAF）261
业余电台天线选配指南（下）---------- 杨 法 264
0V～35V/10A 高精度稳压电源的制作 ---------- 邓 华 266

● 电脑 · 单片机

利用三端稳压集成电路解决电脑死机故障 -------- 王涤生 268

走进仿真世界

Protel 99 SE 仿真实例
——典型锁相环电路的仿真 ---------- 高贺一 269
基于 proteus 的 RS232 物理接口仿真 ---------- 刘兴宾 367
利用 Multisim10 中的 MCU 模块
进行单片机协同仿真 ---------- 夏 靖 396
Proteus 仿真软件中虚拟终端的使用 --- 李军斌 任益芳 271

跟我做 AVR 单片机实验

电源控制开关 ---------- 吴汉清 274
用单片机做数字电压表头 ---------- 吴汉清 291
用单片机做数字频率计 ---------- 吴汉清 307
单片机串口的应用 ---------- 吴汉清 325
用单片机做电子密码锁 ---------- 吴汉清 344
用 STC12C5410AD 单片机实现
多路信号的自校准测量 ---------- 郑利敏 277
组建简易 PLC 实验室 ---------- 邹芝亮 280

用可编程逻辑器件设计数字语音电路

数字语音电路的基本原理与时序设计 ---------- 陈演平 281
用 PLD 设计电话交换电路 ---------- 陈演平 299
PLD 在数字语音处理中的应用 ---------- 陈演平 317
FPGA 在数字语音处理中的应用 ---------- 陈演平 334
从 MAX+Plus Ⅱ 过渡到 Quartus Ⅱ ------- 陈演平 352
32 方语音会议电路的设计 ---------- 陈演平 388
电脑 USB 接口配件一览 ---------- 赵玉安 285
几例电脑不启动故障分析及解决办法 ---------- 李 玮 289
用 AT89C51 单片机制作简易电话智能遥控器 -- 林元新 293
AT89C 系列单片机升级产品
—— AT89S 系列单片机简介 ---------- 邢娇健 295
用 AT89C51 单片机控制剪板机 ---------- 黄建华 297

体验 MultiSIM 9

电子仿真软件 MultiSIM 9 新功能简介 -------- 黄培根 302
如何使用虚拟安捷伦函数信号发生器 ------- 黄培根 320
电子仿真软件 MultiSIM 9 中
虚拟示波器的使用方法 ---------- 朱晓欣 338
用 UltiBOARD9.0 绘制电路板 ---------- 任清褒 373
图形化开发平台 LabVIEW8.2 简介及应用举例 -- 黄晓艳 393
简单易制的电脑移动硬盘 ---------- 姚宗栋 304

单片机编程技巧

C51 编程技巧 ---------- 朱万飞 309
MCS-51 系列单片机的软件复位方法 ---------- 张良钿 324
用调试法编制单片机精确延时程序 ---------- 房毅卓 347
汇编语言与 C51 语言实现跑马灯实验的比较 --- 徐金增 412

单片机开发工具 DIY

AVR 单片机并口下载线的制作 -------- 邵子扬 吕益光 310
自制简易 PIC 单片机编程器 ---------- 胡汉平 356
伟纳 SP180S 编程器制作 ---------- 伟纳电子 376
用 M8L 制作的 89S51 单片机 USB 下载线 --- 王晓波 432
用 SST89E516RD 自制 51 单片机仿真器 ---- 吴汉清 438

虚拟仪器 DIY

用电脑声卡做音频函数信号发生器 -------- 李朝友 311
自制简易示波器 ---------- 孙红生 340
基于串口的虚拟示波器 ---------- 周长锁 368
用 LabVIEW 和 PIC 单片机
打造虚拟数字存储示波器 ---------- 高 涛 418
成本仅百元的 USB 接口虚拟示波器 -- 孙红生 凌 海 441

单片机液晶显示技术入门与提高

用单片机控制液晶显示模块 LCD1602 ------- 赵 亮 313

用单片机实现传统电路功能

用单片机设计电子音乐门铃 -------- 郁玉龙 赵 宁 315
用 ATmega8 做的可调数显稳压电源 ------- 吴汉清 350
单片机限电控制器 ---------- 吴汉清 359

用单片机产生正弦波信号——基于单片机的
CTCSS 信号发生器设计 -------- 张 政 刘奎武 379
单片机控制的高频调光台灯 -------------- 吴汉清 401
单片机同线电话交换机 --------------- 吴汉清 423
用单片机制作简易工频示波器 ---------------- 周长锁 328
巧改废旧冰箱为恒温培养箱 --------------- 秦 辉 331
用雕刻机制作电路板 ---------------------- 谭利民 342
用 PIC 单片机制作 LED 数字钟 ------------- 傅劲松 349
用单片机做智能定时器 ------------------ 杨德富 357
低成本看门狗电路 ----------------------- 张雪田 361
AT89C2051 单片机双路路灯照明控制器 ------ 黄建国 362
单片机外围电路
单片机进行 LED 显示的好帮手——MAX7219 --- 宋占坡 364
装一台节电型电脑 ---------------------- 张越仁 371
用 AT89C2051 制作网线测试器 -------------- 周路平 381
给单片机添加“无线 ISP”功能 ------------- 雷 刚 383
防违规型四路无线抢答器 --- 尚海林 陈连举 徐神峰 386
用电脑分析红外遥控信号 -------------------- 沙 晓 399
基于 M8 的“流动”电子钟的制作 ------------ 刘 亮 403
用 AT89C51 单片机设计小区防盗
自动拨号报警系统 ------------------- 王建国 405
AD7715 在中央空调变频器系统中的
节能应用电路设计 -------------- 乔晋兴 王 宁 408
DSP 开发入门 ------------------------- 袁 莉 蒋在芳 414
用单片机制作功率调节器 ------------------- 卫小鲁 421
动手做单片机电路（供应套件）
可编程 LED 光源控制器 ------------------- 郝小平 426
用单片机做显示器信号发生器 ---------------- 孙 彦 429
简单实用的负电压发生器 -------------------- 曾文阳 431
用 M8L 做小功率数字功放 ------------------ 王晓波 434
用单片机为电饭锅做“手术” -------------- 任 鹏 437
基于 DS18B20 的数字温度计 ----------------- 王 栋 444
带液晶显示的直流稳压源 ---- 韩冬年 陈双燕 夏业磊 446
25 芯电缆线智能检测仪 ------------- 李述香 邱召运 448
通用 PLD 器件 EPM7128SLC84 简介 ----------- 陈力锟 450
专题 没有什么能够阻挡，我对单片机的向往 -------- 451
单片机入门制作
白手起家 好的开始是成功的一大半！ -------- 杜 洋 451
十八般兵器 快使用单片机，哼哼哈兮！ ----- 杜 洋 454
成家立业 豁然间玩转单片机！ ------------ 杜 洋 459
用武之地 好的结束是成功的明证！ -------- 杜 洋 463
3208LED 点阵电子钟 -------------------- 463
12864LCD 电子钟 ----------------------- 467
2402LCD 电子钟 ------------------------ 469
洗衣机控制器 ---------------------------- 471
常用单片机选型指南
从实例看怎样选用单片机 ---------------- 吴汉清 474
电动自行车里程表 ------------------------ 477
太阳能 LED 灯控制器 --------------------- 478
身高体重测量器 -------------------------- 479
数字频率计 ------------------------------ 480
单片机的分类与选型 ------------------- 吴汉清 481
常用的典型单片机资料 ------------------ 吴汉清 492
单片机简易数字电压表 ------------------ 赵 亮 501
基于 AT89C55 的全自动便携式线束检测装置 - 杨利宏 503
采用 12864 液晶模块作显示的
多功能锅炉控制器 ------------- 乔晋兴 王 宁 507
自制简单的 51 开发板 -------------- 陆东旭 甄钊博 510
用 AT89S51 控制 LED 点阵屏滚动显示 16 汉字 - 李 靖 512
豪华版带光感、遥控、语音提示功能的电子钟 - 赖伯秋 514

● 消息 · 书讯

《无线电》汇编丛书 ----------------------------- 38
更正 --- 151
《无线电》杂志社推荐书目
185、222、263、298、348、380、436、509、531
《无线电》杂志祝老师们节日快乐——赠送 555 套件 ------ 191
2007 年《业余电台操作证书》考核试卷答案 ----------- 201
美国业余无线电协会中文版图书即将出版 -------------- 223
“无线电爱好者工作室”照片征集活动 ---------------- 239
学电子 读好书 ------------------------- 519～527
编读往来 ------------------------------ 528～536
新型元器件样片索取表 ------------------------- 528
LM4562 样片获赠名单 -------------------------- 529
读者点题 ---------------------------- 530、532、533
2SA2151/2SC6011 样片获赠名单 ------------------ 531
PT8R2012W 样片获赠名单 ------------------------ 532
OPA2277 样片获赠名单 -------------------------- 533
“数码相机对焦精度镜易检测标板”使用简介 ----------- 534
2SD1047/2SB817 对管获赠名单 ------------------- 534
第 11 期“单片机入门制作专题”预告 ---------- 编辑部 440

标志表示本书附赠光盘中有与该文章相关的内容

附 录

常用开关电源电路及其应用 ------------------------------------ 吴红奎 537

新型电压检测芯片 PT7M610X及其应用

文/唐黎明

编者按： PT7M610X系列是由上海百利通公司生产的电压检测芯片，《无线电》杂志社将送出300片。如果读者对它感兴趣，并想动手试验其实际效果，可以写信到《无线电》杂志社，来信请注明“百利通IC索取表”，信件中请写明姓名、邮编、地址、单位、联系电话、E-mail、索取目的及对芯片要求的封装形式（SOT封装或TO-94封装），为您试验与代换提供最大的便利，同时也希望您有好的设想和方案与我们分享。

索取函请寄至：北京市崇文区夕照寺街14号A座《无线电》杂志社，邮编：100061。

多年以来电压检测芯片TL-431在各种稳压器，电池检测和保护电路、通讯设备、电脑电源以及小型开关电源SMPS(Switch Mode Power Supply)上都是不可或缺的组成部件。但是随着新型产品的供电电压逐步下降和工作电流逐步提升，其内部能隙基准电压源电路输出的参考电压约达2.5V的缺点越来越明显，例如，TL431无法在1.8V甚至2.5V供电电压的电路中使用。在输出电流超过2A的限流型SMPS中，用于限流的电流检测电阻功耗将高达5W，TL431就不能满足要求了。

为此，笔者在此介绍一款可替代TL431的新型电压检测芯片IC——PT7M610X，该系列IC设计用于过电流保护、过温保护、新型电源以及电压检测电路等，其检测输入端IN具有较高的输入阻抗，使得外部配用的检测电阻可采用较大阻值，工作电压范围达0.9V～5.5V，无负载时的电流小于20μA，其输出端驱动电流可达数毫安。该IC包括一系列型号：可选SC-70/SOT23-5/TO-94封装（分别带A/B/C后缀），可选高有效/低有效或者开漏极输出（带CL/CH/NC后缀），可选内部稳压基准为100mV/200mV（PT7M6101/6102），林林总总不下十余款，用以配合外部各种要求。鉴于该系列型号众多，故此笔者在此以其中一款典型型号PT7M6101NLN为例介绍一下其内部结构和典型应用。

PT7M6101NLN采用TO-94封装（关于该封装的描述请参见本刊2006年第10期相关文章），该IC共有4条引脚，采用低有效的开漏极输出方式，即平时其输出端为高阻态，输出有效时为低电平。其封装形式见图1，内部电路框图见图2。

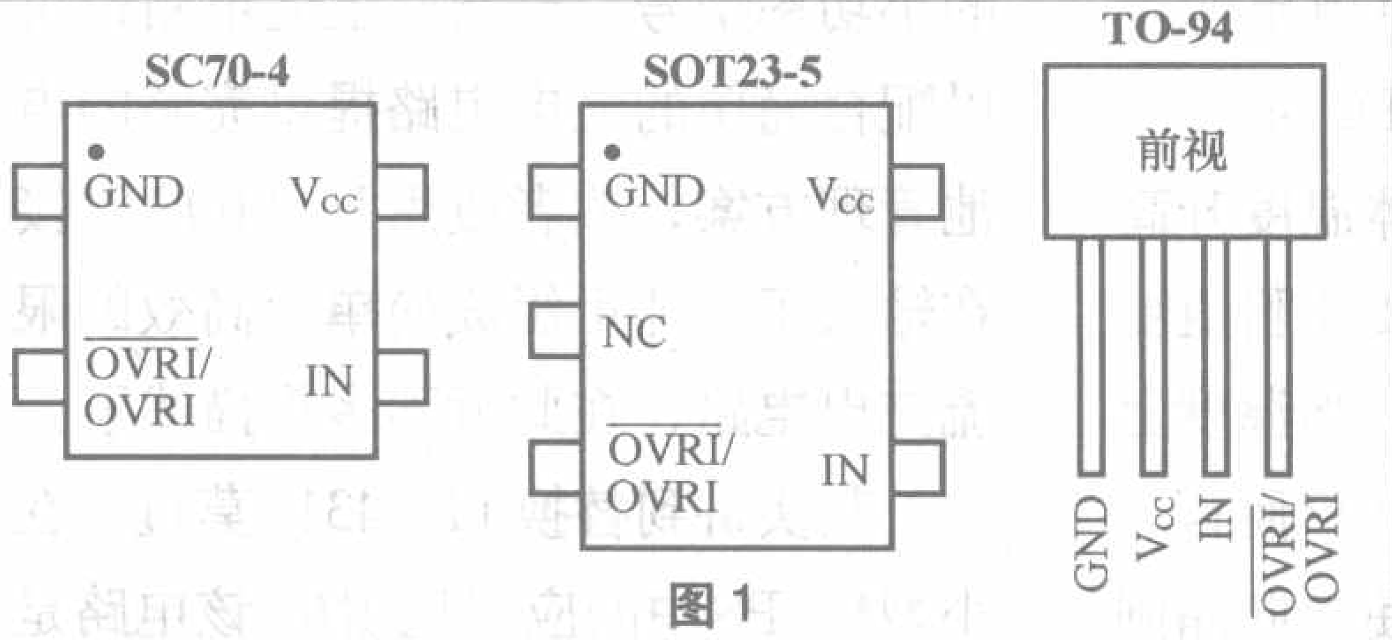


图1

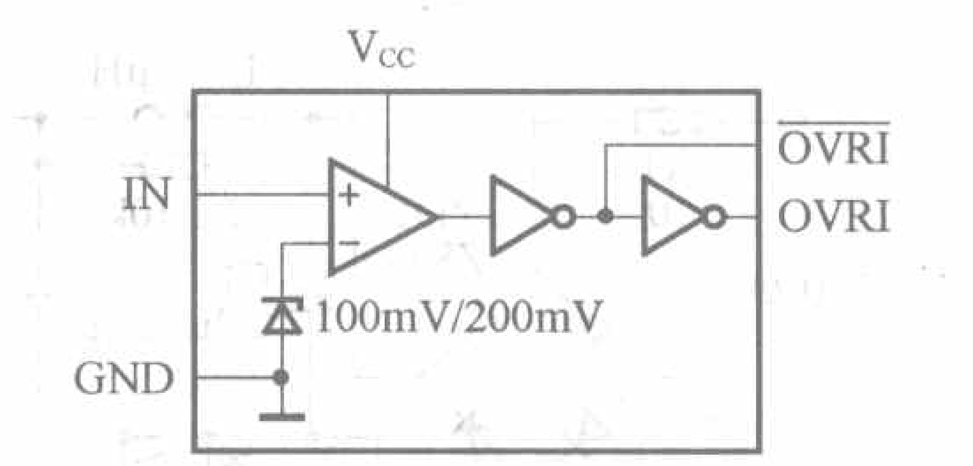


图2

由图2可见，该IC其实就是一个带高精度100mV参考电压的低漂移比较器（PT7M6102带的是200mV参考电压），其功能就是监测输入端IN的电压，一旦达到或超过参考电压，输出端立即翻转。值得注意的是，该比较器采用了一些具有专利的附加电路以及采用封装前激光校准(Trimming)等工艺以达到低电压工作并满足低输入漂移的要求，在Vcc=1.1V～3.3V，工作温度-40℃～+85℃时，其基准电压漂移极限值<3%。而内建的100/200mV基准电压源具有一定回差，具体来讲，对于PT7M6101这个电压范围是90mV～100mV，对于PT7M6102则是190mV～200mV，这样选用PT7M6102时可以有更窄的回差。

下面我们再来分析一些应用电路。图3是一个采用PT7M6101的典型电流检测电路，一般的充电电路采用TL431或者MCU的输入端配合检测取样电阻来检测充电电流或者采用外接/内接的ADC取

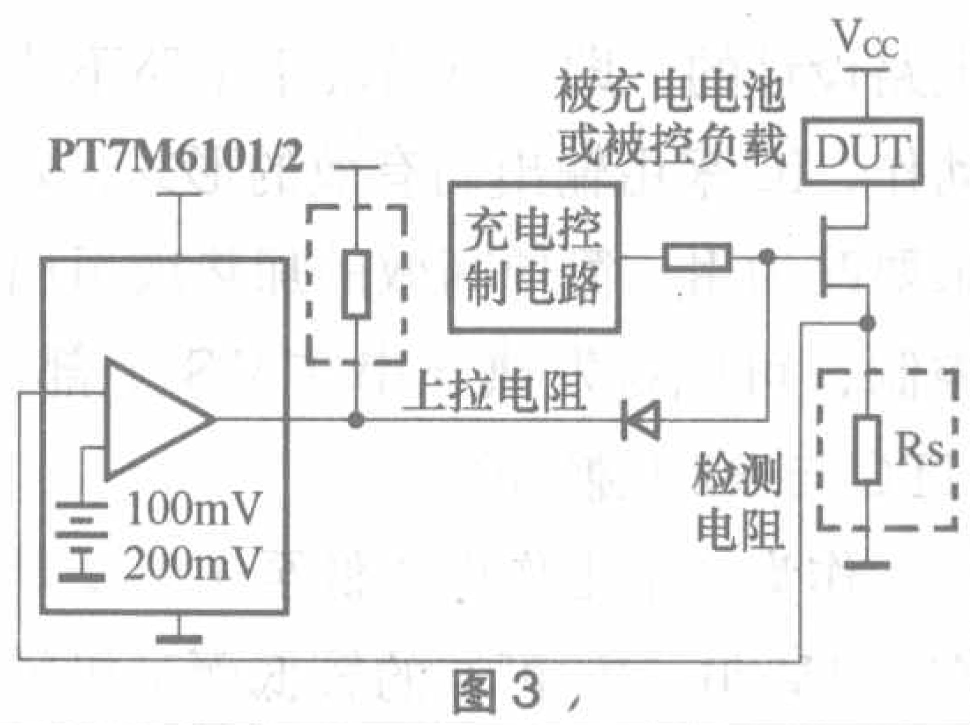


图3

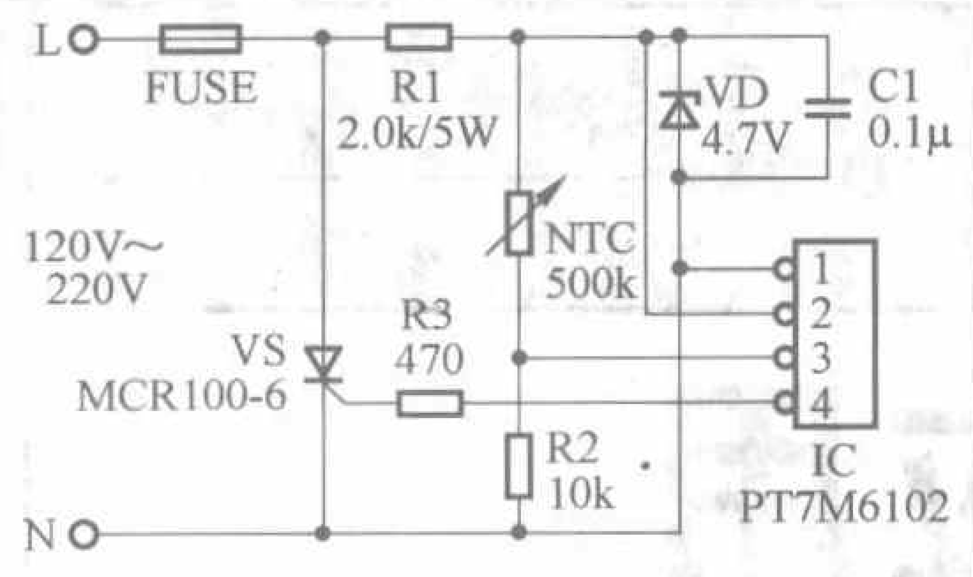


图4

样，TL431的参考电压为2.5V，普通MCU引脚的翻转电压至少为0.7V，导致检测电阻上功率消耗太大（例如对于2A电流的检测，MCU配套电阻最少消耗1.5W），而采用PT7M6101，同样用于检测2A的负载电流，检测电阻上的功耗不超过0.2W，可以采用普通1/4W电阻，并能有效降低系统的温升，提高系统效率。它性能卓越、电路简洁，此外，PT7M6101具有10mV回差电压，不需要额外的回差控制电路，就能有效避免系统频繁翻转甚至自激。

图4是已被大量生产的某款温度检测电路，用于家用电热器具的过温保护（当然也可以用作简单的加热器控制），其中NTC采用R25=500kΩ的热敏电阻，电阻值变化范围大，可实现较高的检测精度，VD、C1配合R1降压提供比较稳定的供电电源供IC1及其他电路使用，而NTC与R2串联提供检测电压，当发热体温度升高时，紧贴发热头安装的NTC阻值变小，使IC的3脚电压上升，当温度上升使之超过参考电压（对6102而言为200mV），IC输出高电平使单向晶闸管VS导通，瞬间短路L、N两端，使保险丝烧断，从而保护系统温度不致过高产生危险。

上述电路是作为一个附加的保护电路设计的，即正常情况下电路不能动作，IC采用输出高有效的形式，如果要改为用作简单高效的加热或恒温控制，可以将发热丝串在VS上部，NTC与R2互换即可。

作为一个工作电压低至0.9V，具有0.1V/0.2V可选的较低而又极精确的参考电压的集成电路，该IC可以有很多意想不到的用途。例如，用作电池过放电保护电路，采用SC-70或者SOT23-5封装，甚至可以连同配用的MOSFET一起装入电池组件内。这种应用方法可以适用于对任何种类电池的保护（Ni-MH、Ni-CD、或Li+电池，即使低至仅采用一节电池的电路），或者也可以单独采用PT7M610X作为一个可靠的高精度电压监测器给主控器（MCU）提供可靠的电池状态监测。对于目前五花八门的便携式电子设备而言不失为一个提高产品档次的好方法。参考电路如图5。

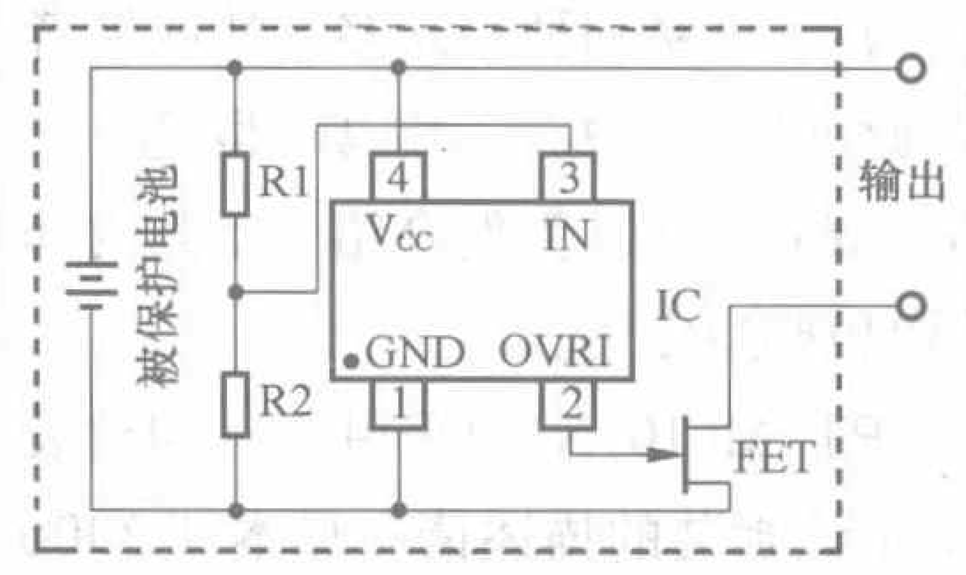


图5

IC配合一个FET管和两个微型SMD电阻，整个电路的体积可以做到极小，对于MP3、MP4等耗电较少的电子设备而言FET管也可以采用廉价的小功率型号。当然，上述电路也可以配合简单的充电电路提供完整的电池管理方案，或者改用P-MOS管接在输入正端即可组成简单而高效的限流充电电路，在此就不多作描述了。

其实讲到替换TL-431，莫过于在小型SMPS中的应用见图6，该电路是一个同时具有限压和限流功能的高性能廉价SMPS方案。电路左半部分是最普通的TNY264组成的高效开关式降压电路，IC3采用低有效或开漏极输出，RV1、RV2是输出电压检测电阻，R4是输出电流检测电阻，两路检测电路同时作用而又互不干涉，达到既限制输出电压又限制输出电流的目的，电路非常简洁。

同样利用这个方法，我们可以组装一个高效率的开关式DC-DC降压电路，见图7，这个电路采用PT7M6101

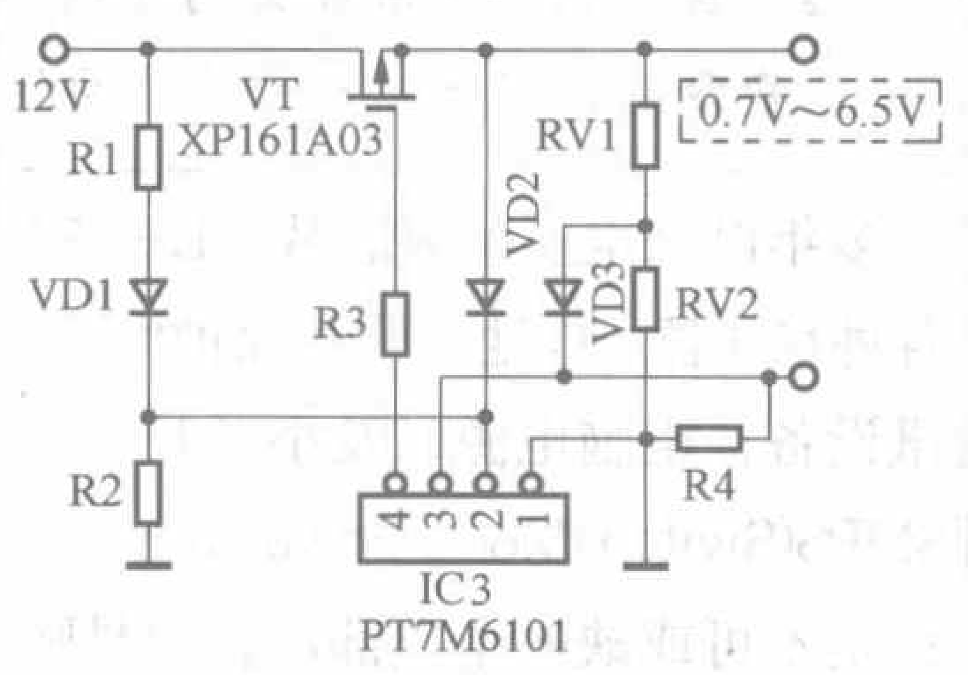


图7

配合廉价的MOSFET管，组成的电路可以输出0.7V~6.5V的电压，大于2A的电流，而整个电路的功耗和温升极低。稍作修改还可以用于更大输入电压范围或者更大输出电压的场合。

通过上述介绍，我们不难发现，PT7M610X针对现有电压检测IC参考电压过高的不足，结合近年来半导体科技的发展（更低工作电压的能隙电压源基准）提出了一个崭新的解决办法，方便了广大电子工程师设计新产品或改进已有产品。

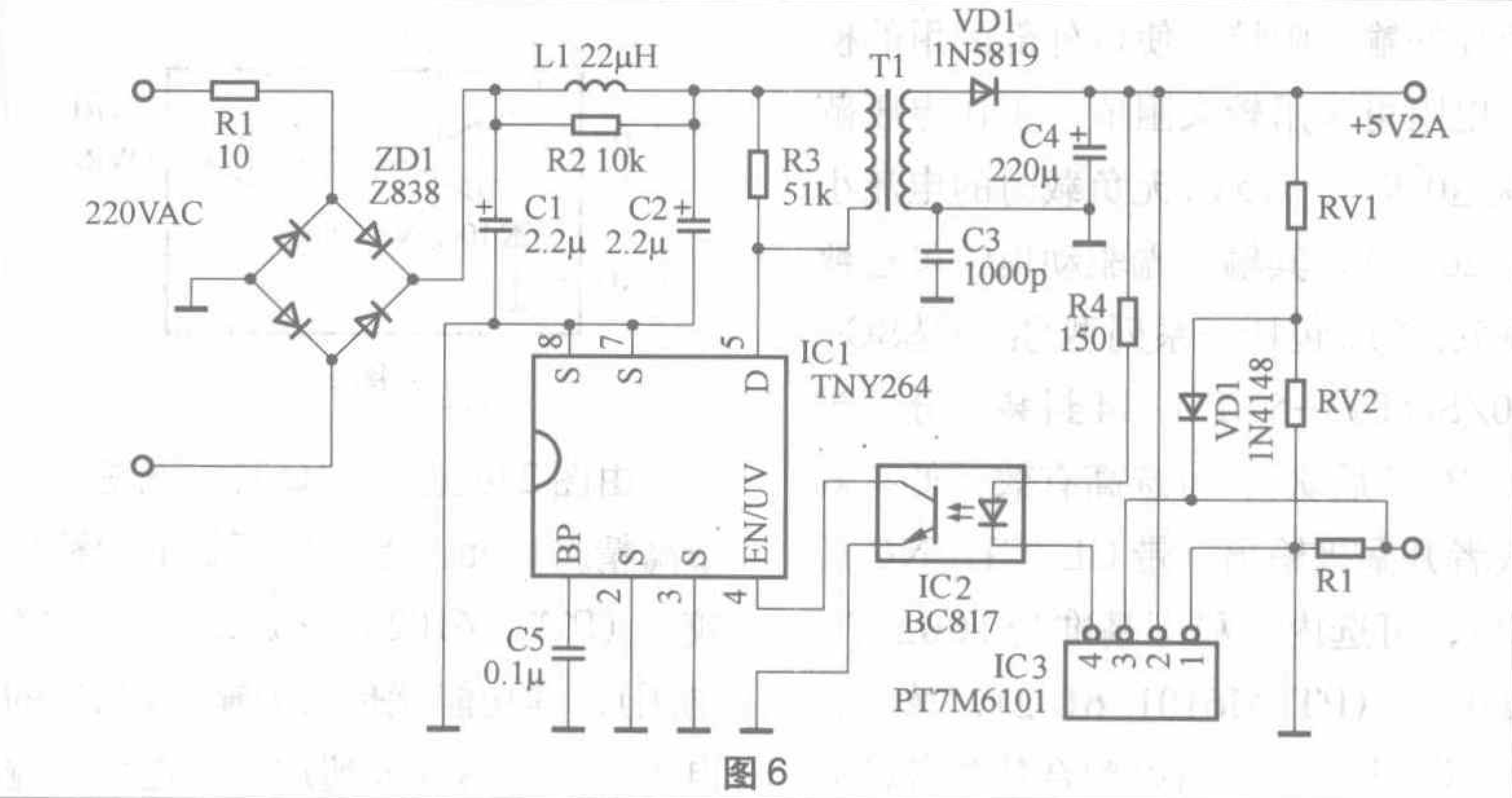


图6

一款有线广播电脑自动管理系统的制作

文/晨 风

通常院校、部队、厂矿的有线广播大多依靠播放磁带或光盘，需要专人值守，操作繁琐，易出错误。利用电脑丰富的软硬件资源可很好解决有线广播需人工管理的问题。由于电脑巨大的存储空间可以存放大量的各种格式的声音文件，可以按照事先安排好的计划准确无误地执行广播的播放和执行其他各项工作，完全可以取代人工操作。为了广大电子爱好者制作广播电脑自动管理系统，这里介绍广播电脑自动管理系统的基本原理。成品外形如图1所示。

一、主要功能

1.系统采用专用的广播播放管理软件，在WINDOWS平台下工作，界面简洁，内置军营广播设置模块和民用广播设置模块，操作使用简单。

2.系统内存储15种标准军号、各种仪式音乐、中小学校音乐和歌曲的音乐音源库。保证广播内容的需要和每天、每次所播放不同的歌曲和音乐。可播放的音频文件有：WAV、SND、AU、AIF、MID、MIDI、RMI、MP3、M3U、WMA。歌曲的音乐音源库可在使用过程中根据需要增减更改。

3.使用软件控制硬件，自动实现外部设备的电源自动开关，可实现多个分区的自动开关，无需人工参与，确保广播的准时准确。方框图如图2所示。

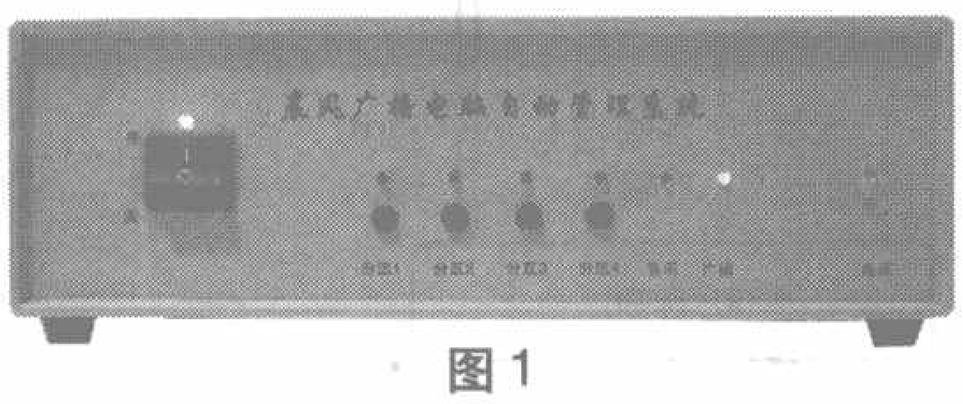


图1

4.广播播放的时间、内容、次数和打开关闭外部电源等功能可根据需要事先设定好，也可临时设置，还可以使用系统自带的广播设置模块来设置。可任意设定某些天(如星期六、星期日，国庆、元旦、春节等)不播音。

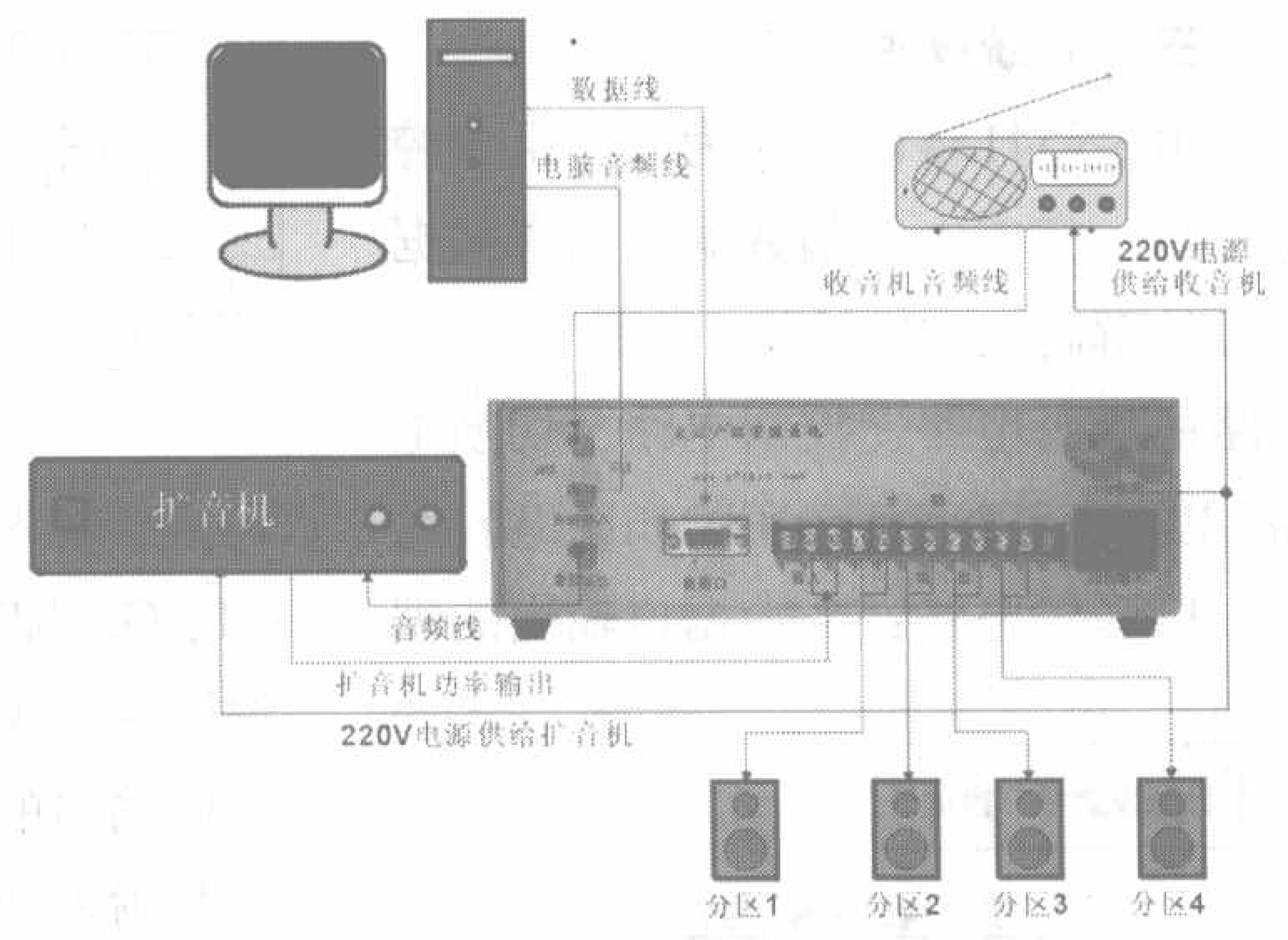


图2

二、系统软件

基于WINDOWS平台下工作，简洁的操作界面见图3所示。采用VC++编写广播自动管理系统，操作简单易用。使用WINDOWS自带的计划任务作为软件的控件，使得系统稳定安全。软件下载地址：http://www.cfgbxt.com/zlxz.htm。软件由广播项目设置、日程设置和底层数据输出控制组成。

1.广播项目设置主要设置(见图4)

(1) 广播项目的标题。每个广播项目的名称，如早起床号、上班号、上班音乐……其名称根据实际情况可以自己填写。

(2) 执行的内容包括：播放电脑音乐、播放收音机、外部电源开、外部电源关、分区控制1、分区控制2、分区控制3、分区控制4。

(3) 播放歌曲曲目选择。可根据需要选择不同的歌曲、音乐。并可以进行先后排序。

2.日程设置主要设置广播项目的执行时间。包括：每个项目具体执行时间、起始时间、结束时间（见图5)。

3.在执行播放音乐、收音或电源开关、分区控制时，系统同时在电脑主板数据口输出数据编码信号（即后文硬件SN54154译码器真值表内D、C、B、A、G1、G2所显示的状态)，通过硬件就可以控制音频的转换，电源

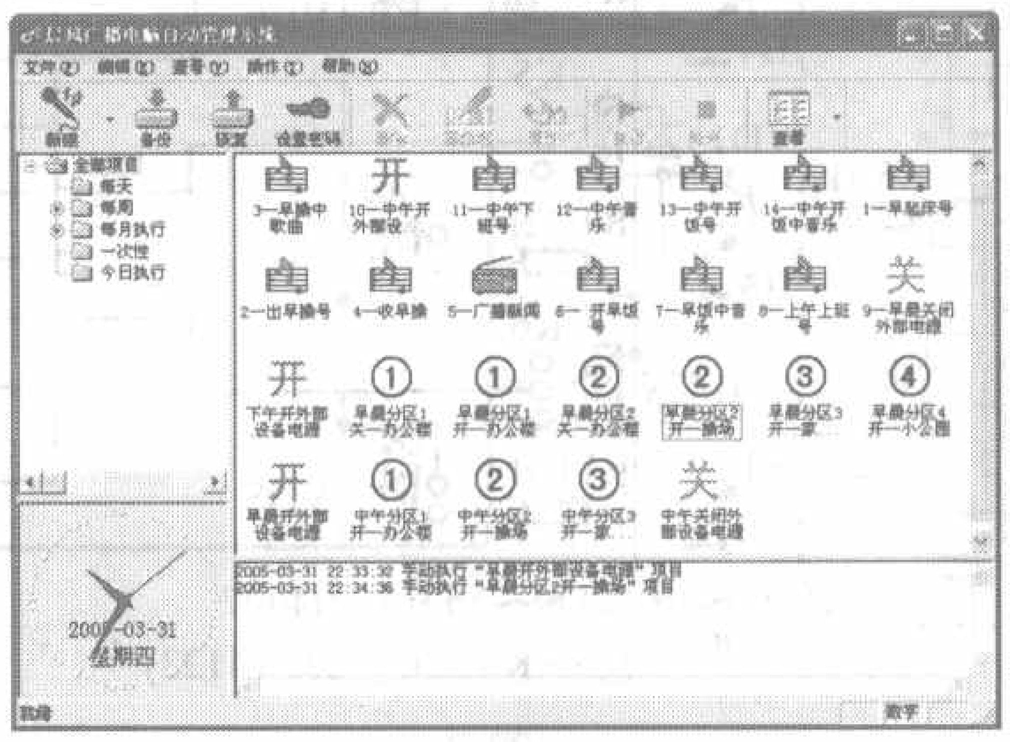


图3

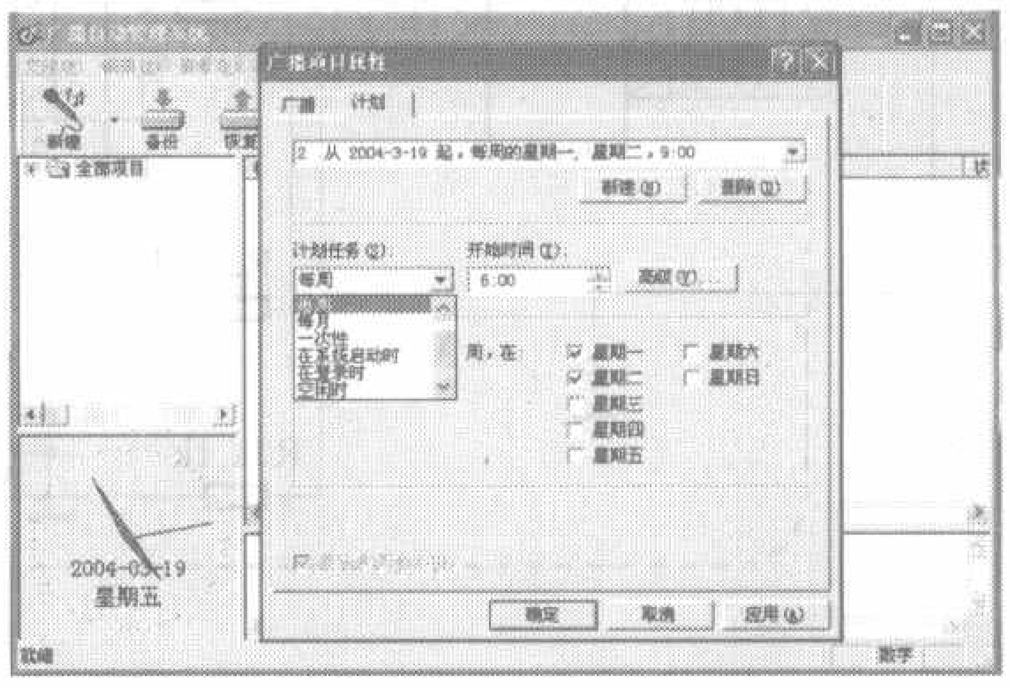


图4

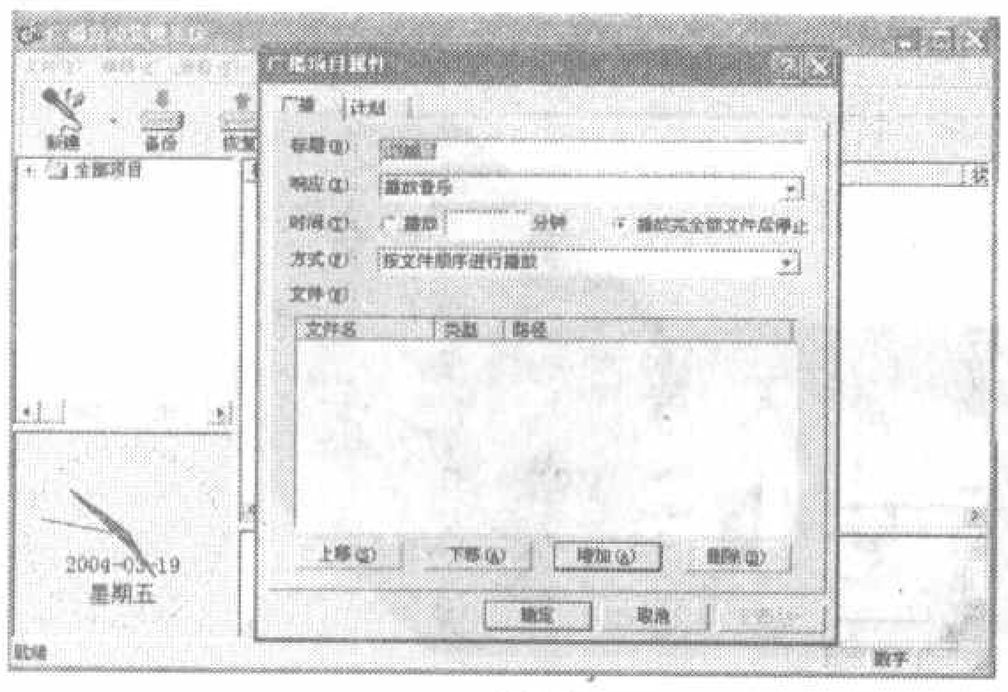


图5

的开关，分区的控制（见图6）。

三、系统硬件

由SN54154译码器为核心组成控制电路，完成由电脑数据口送来数据信号的解码、控制任务，见图7。整个电路由译码电路、控制电路、切换电路、电源电路等组成，实物如图8所示。

1.译码电路：从数据口输出的编码信号输入到译码器的D、C、B、A、G1、G2端时，在其0～15输出端对应编码会出现电平的变化。其变化是由软件输出的编码来完成的。这些编码可与附表SN54154译码器真值表相对应。

例如：当输入为001010编码信号时其11脚呈现为0（低电平），通过锁定电路和切换电路就可以实现音频信号的切换。当输入为001011编码信号时其11脚呈现为0（低电平），通过锁定电路和切换电路就可以实现外部设备电源的开关。

2.控制电路：对应SN54154译码器输出变化的电平信号，由3片CD4013完成锁定控制任务。其功能是IC2完成电脑音乐信号和收音信号的切换、外部设备电源的开关。IC3完成分区1、2的控制。IC4完成分区3、4的控制。

附表　SN54154译码器真值表

inputs						outputs															
G1	G2	D	C	B	A	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
L	L	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	H	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H
L	L	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H
L	L	H	H	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H
L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H
L	L	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H
L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L
L	H	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
H	L	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
H	H	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H

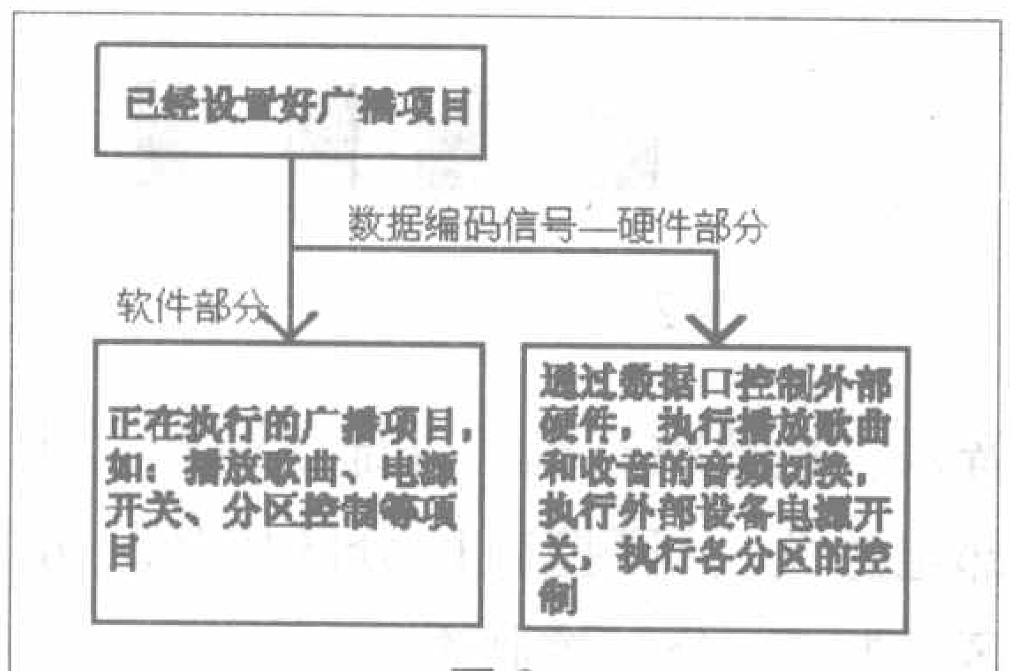


图6

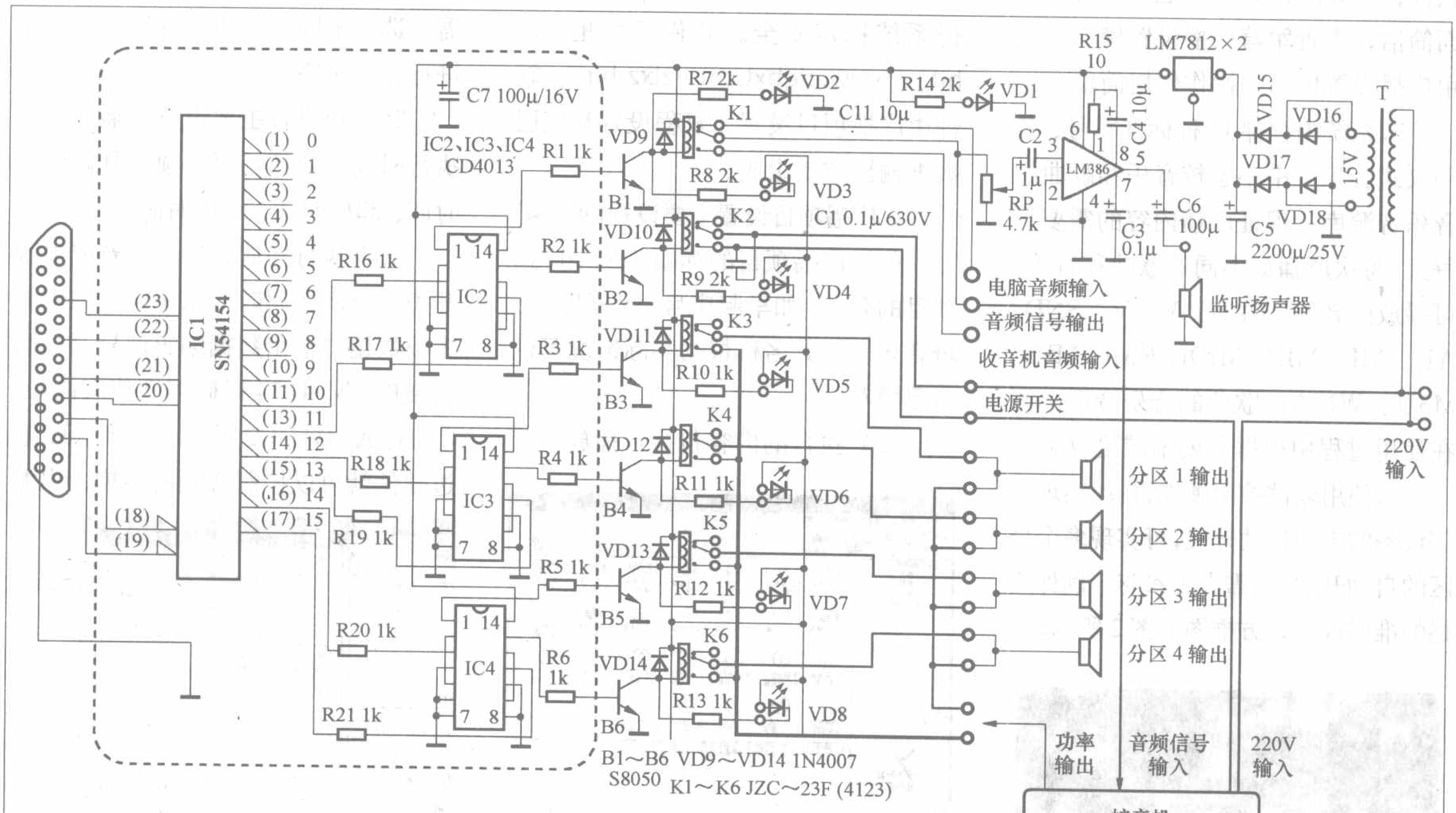


图7

一款新颖的车辆语音提示报警装置

文 / 丁德勤

安装这种报警器的汽车在倒车时，可用普通话的汉语连继不断的发出清晰的“嘀咕、嘟嘟倒车”或“左拐弯，请注意”的声音。提示车后行人注意安全，这种对行人的提醒远比一般蜂鸣器报警更明确，它为交通安全提供了可靠的保证。该电路装置广泛用于各种型号的汽车、改装农用车、拖拉机、电瓶三轮车、电动自行车等。

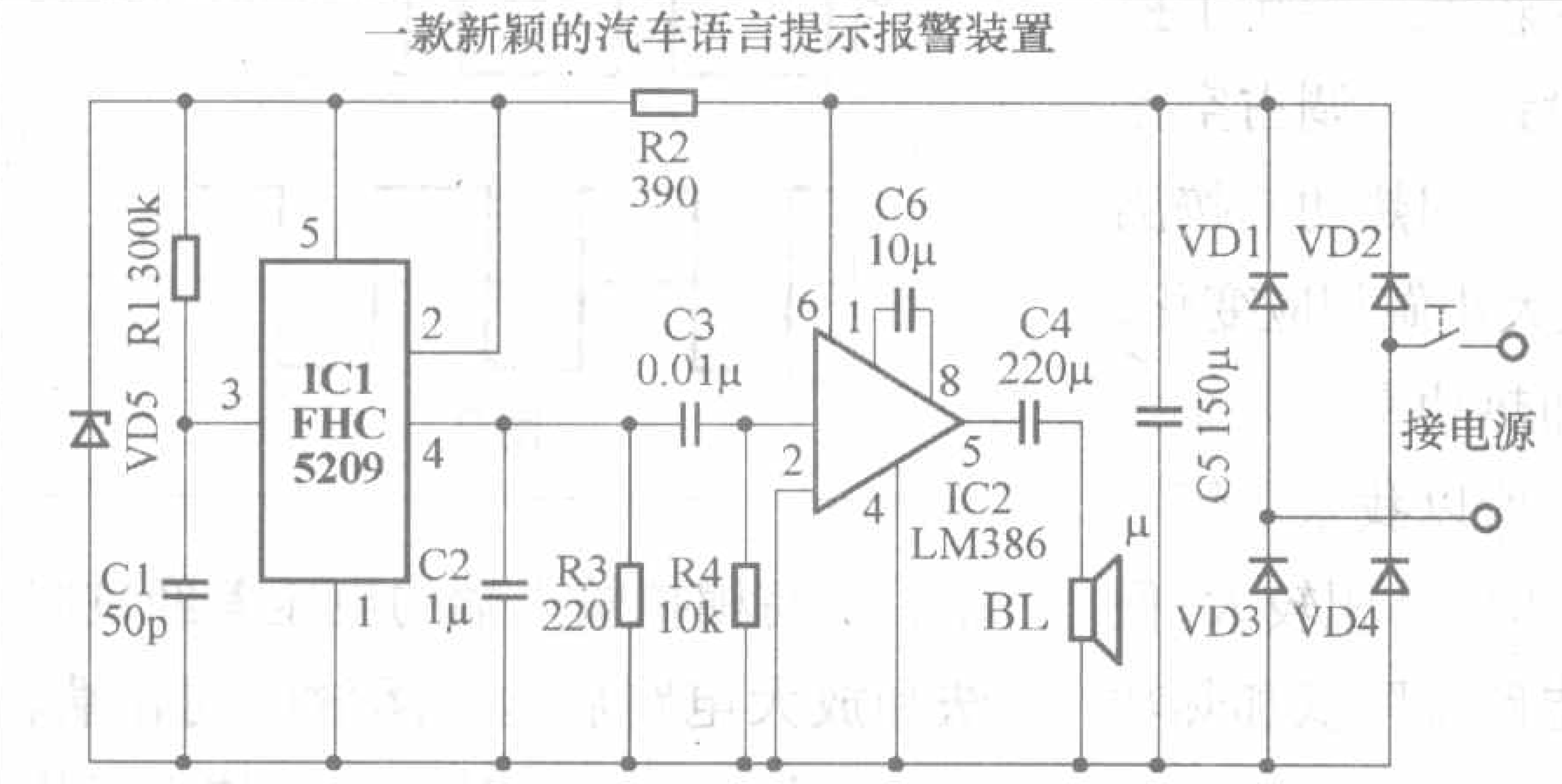


图1

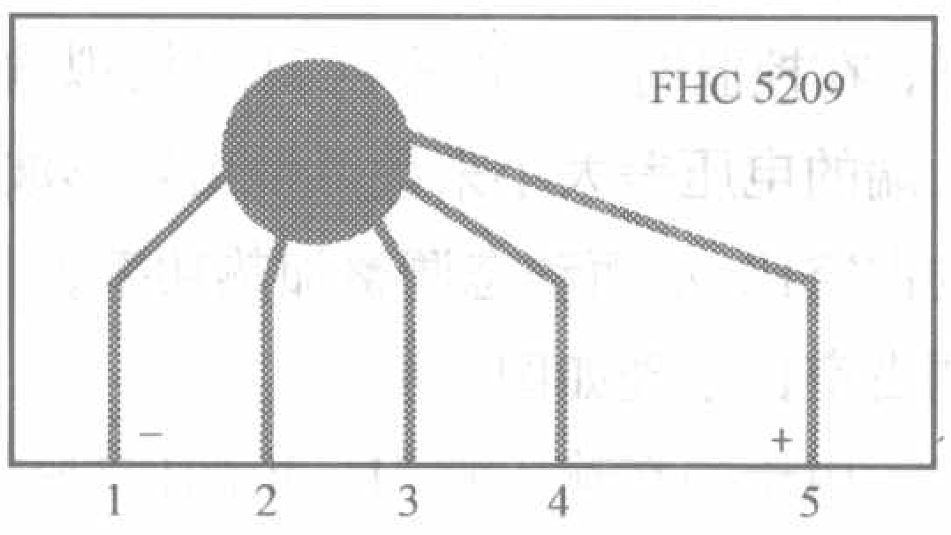


图2

该报警器的电路工作原理如图1所示。IC1是一片软封装语言集成电路，它共有5个脚，其外形如图2所示。S为电源开关，倒车或拐弯时合上它，在IC1内部固化“嘀咕、嘟嘟倒车”或“左拐弯，请注意”的语音。由4脚输出，经低通滤波、耦合到IC2功放集成电路进行音频放大，推动扬声器发声。R2和VD5组成稳压电路提供IC1的3V工作电源，VD1～VD4组成电源极性转换电路，使接汽车蓄电池的两根电源线可以任意连接，无需分正负极性。

该报警器的装置在密封、防水、防震的外壳内，固定在汽车尾部大梁上。两根电源线直接与倒车灯线并联。图3是报警器的印制板图。整个电路只要安装无误，无需调试便可工作。

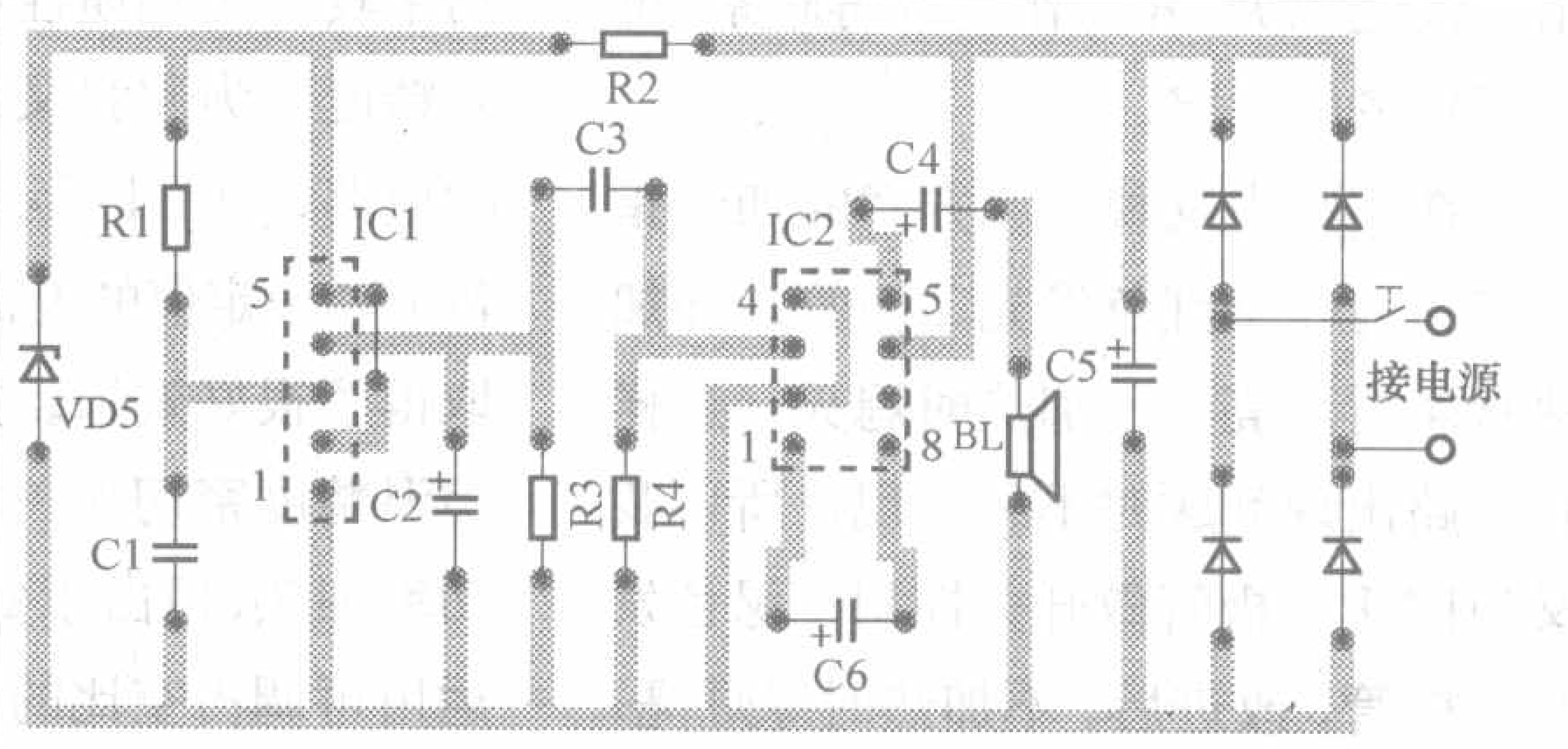


图3

电子元器件的选择：IC1选用ROM型语音电路FHC5209。IC2为集成功放LM386。VD1～VD4为1N4007型二极管。VD5为4.5V型稳压二极管，如2CW52。C1、C3为瓷介电容器，容量分别为50p、0.01μ。C2、C4、C5、C6为漏电小的普通电解电容器，耐压均为16V以上、容量分别为1μ、220μ、150μ、10μ。R1、R2、R3、R4用1/8W金属膜或碳膜电阻，阻值分别为300kΩ、390Ω、220Ω、10kΩ。S为电源直流开关，倒车或左右拐弯时合上它就行。

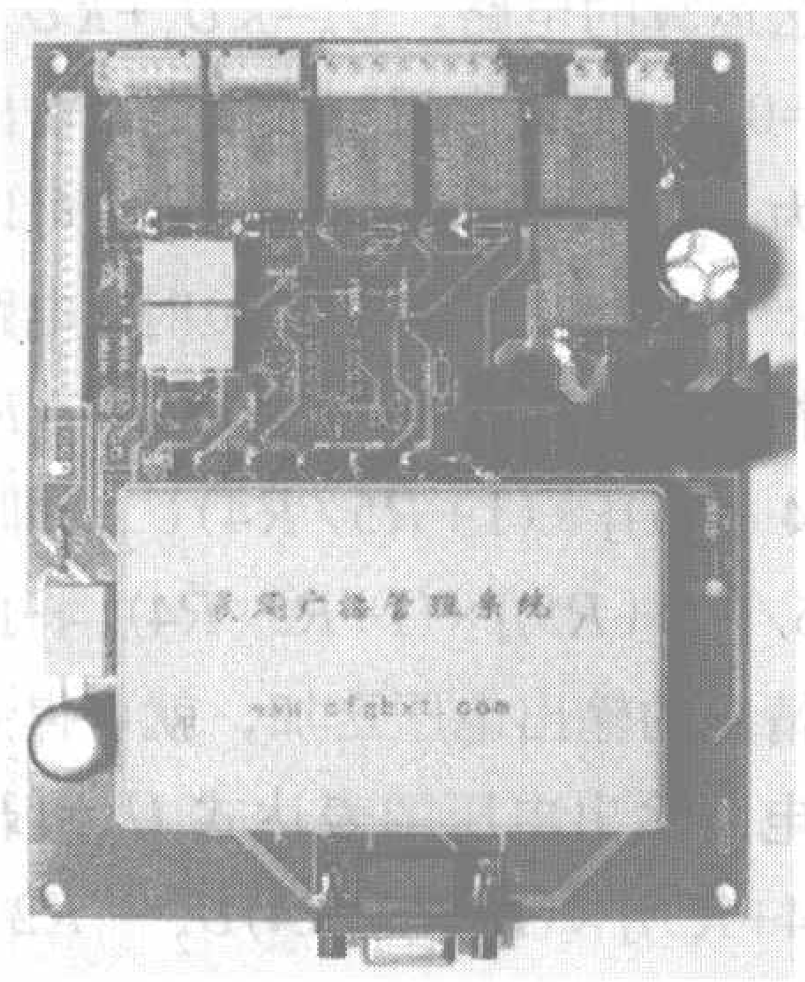


图8

3.切换电路：最后由继电器K1～K6完成各种切换的开关任务。K1完成电脑音乐信号和收音信号的切换，K2完成外部设备电源的开关，K3完成分区1的控制，K4完成分区2的控制，K5完成分区3的控制，K6完成分区4的控制。

4.电源电路：为了达到整个电路的稳定性，电源采用了20W/15V变压器，2200μF滤波电容，2片LM7812和足够大的散热器。

笔者这里介绍的只是有线广播自动管理系统制作的基本原理和思路，希望起到抛砖引玉的目的。读者可以在此基础上进行其他功能的开发，例如把这套系统稍作改动就可以成为一套家用电器的管理控制系统。也可以把系统现有的6路控制扩展为多路控制。总之大家可以充分利用电脑丰富的软硬件资源开发出新的产品。

（相关产品信息请参见本期第70页，产品使用教程请查看本期配刊光盘。）

对一种温控仪的改进设计

文/郭 帅

由于工作需要，我阅读了本刊2004年第10期刊载的“低成本、高精度数显温度测控仪”一文，经过认真的分析后，发现电路尚有不足之处，提出了改进意见，并与作者取得联系，得到了作者的肯定。

在实验中发现，原方案的加热指示灯只有一个红色发光二极管，在加热状态时点亮，不加热时熄灭，这样在电路出现问题时不易发现，所以我又用PNP三极管做开关控制一绿色发光二极管，改进后，不加热时绿灯亮，加热时红灯亮，很直观。控制电路的原方案仅由7107的20脚控制，不论测量值与设定值相差大小，在加热时一直处于全功率加热状态，这样在加热功率较大时热惯性也较大，影响了控温精度。为此我又设计了可调占空比的电路，如图1所示，使加热功率按测量值和设定值的差值大小做相应变化，取得了很好效果。加热功率的大小与控温精度密切相关，所以我采用了小功率加热，但由于变压器体积较大，便运用可调占空比的电路来降低加热功率。即将模拟输入端的电压差经过减法和放大电路后送入运放的同相端，同时，由8038发出的三角波接入反相端，输出的矩形波用来控制电路。这样，在控温时，可以根据7107模拟输入端的电压差大小来调节输出矩形波的占空比，从而动态调整加热功率。可调占空比原理如图2所示。

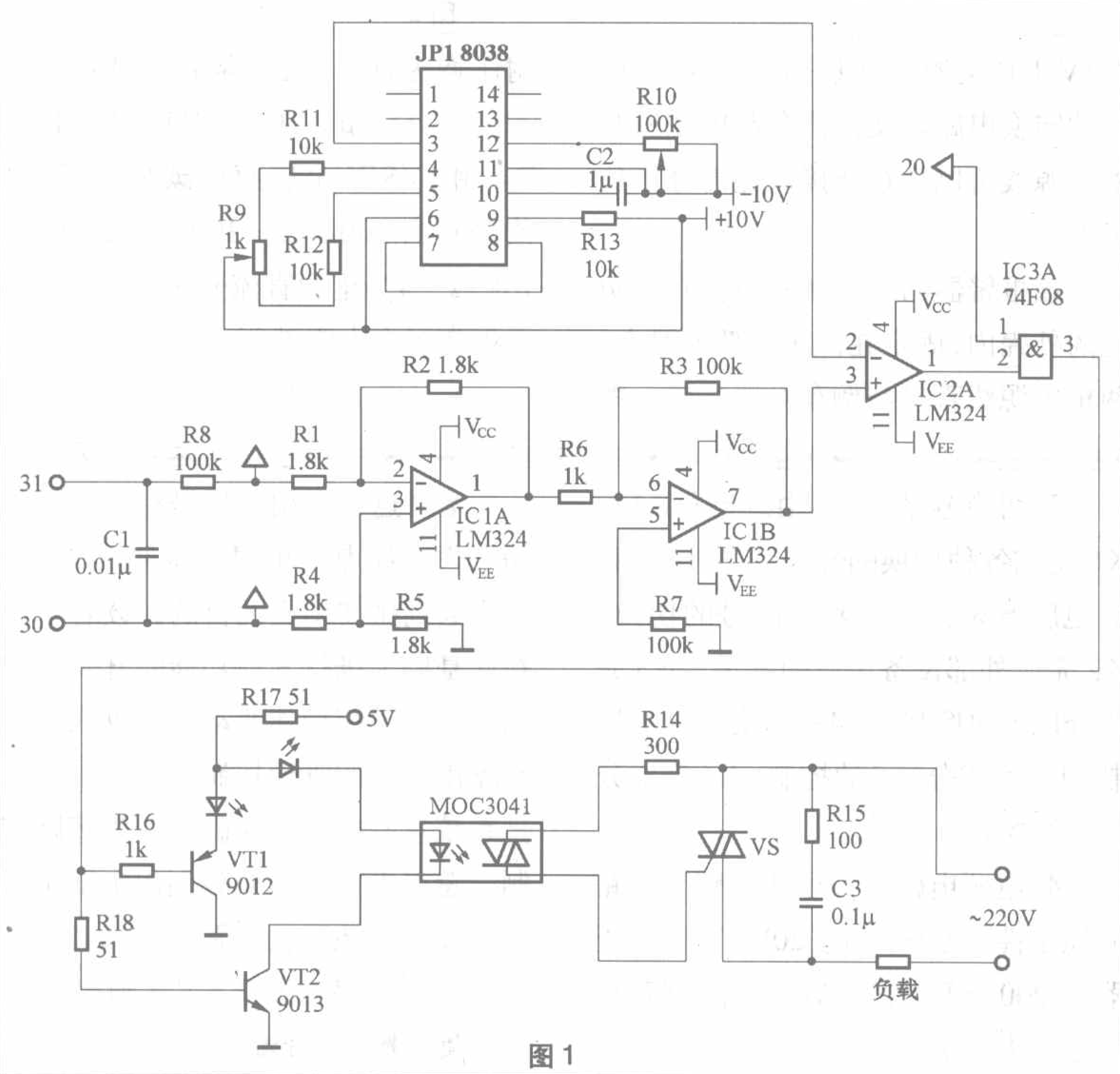


图1

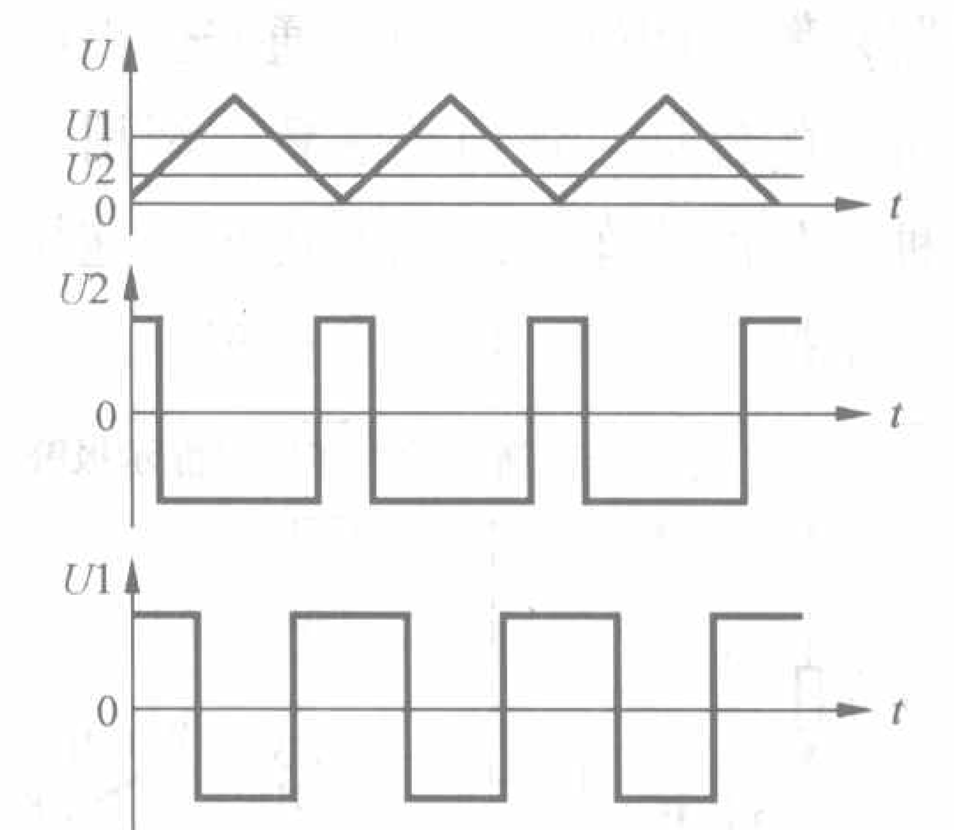


图2

由于加在输入端31、30的信号是电压差信号，所以需要对该信号进行减法运算。如图3采用的单一运放实现减法运算的电路，$U_0=kU_1+kU_2$，当$U_2=0$时，电路为反相放大器，输出电压为$U_0=-R2/R1\times U_1$，从而可以得到$k=-R2/R1$。当$U_1=0$时，电路为同相放大器，输出电压为$U_0=[R5/(R4+R5)]\times(1+R5/R4)U_2$，即$k=[R5/(R4+R5)]\times(1+R5/R4)$。将此两种情况的输出电压迭加，就可得到整个电路输出电压的表达式$U_0=[R5/(R4+R5)]\times(1+R5/R4)U_2-R2/R1\times U_1$，当阻值比相同时，即$R2/$

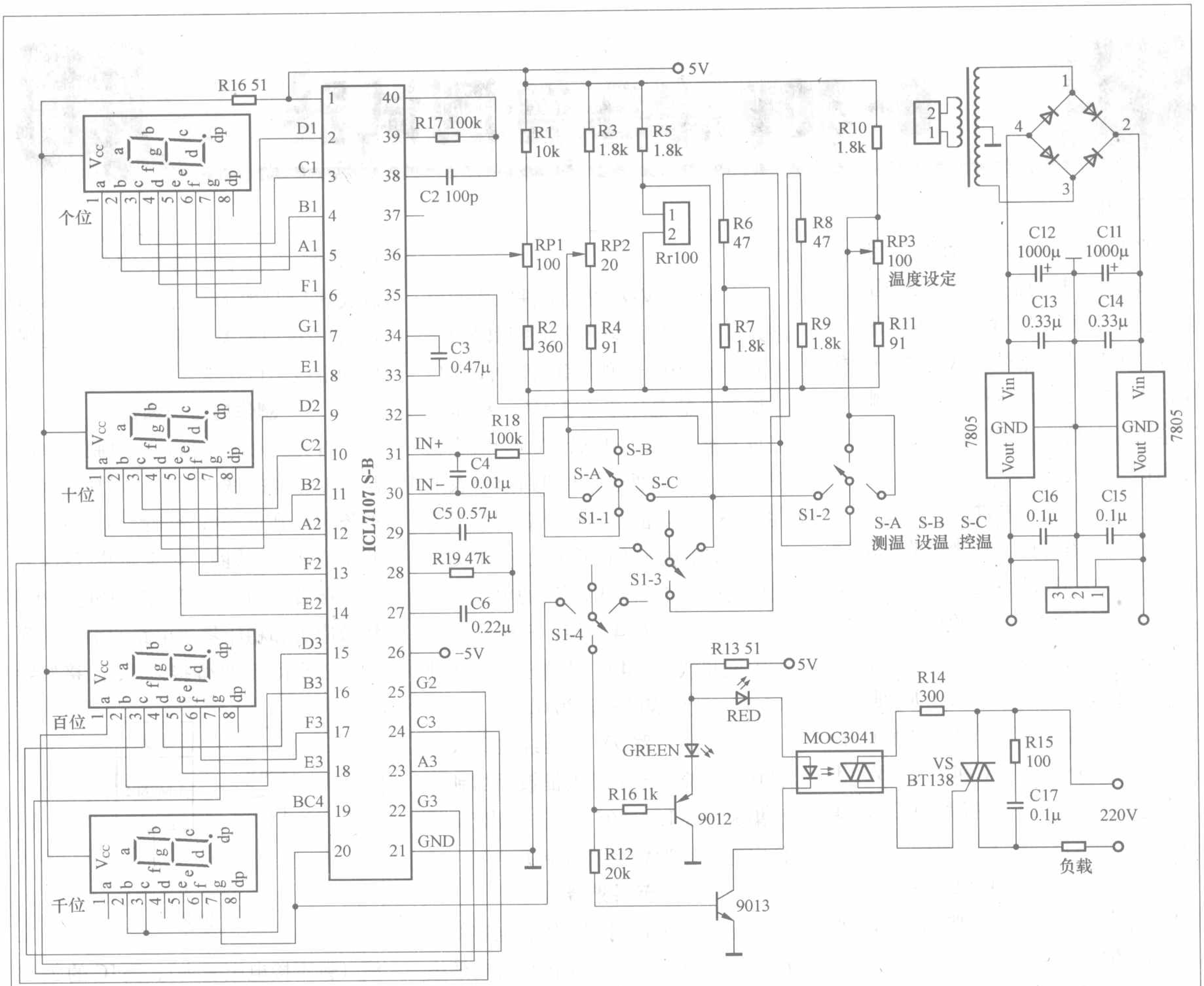


图4

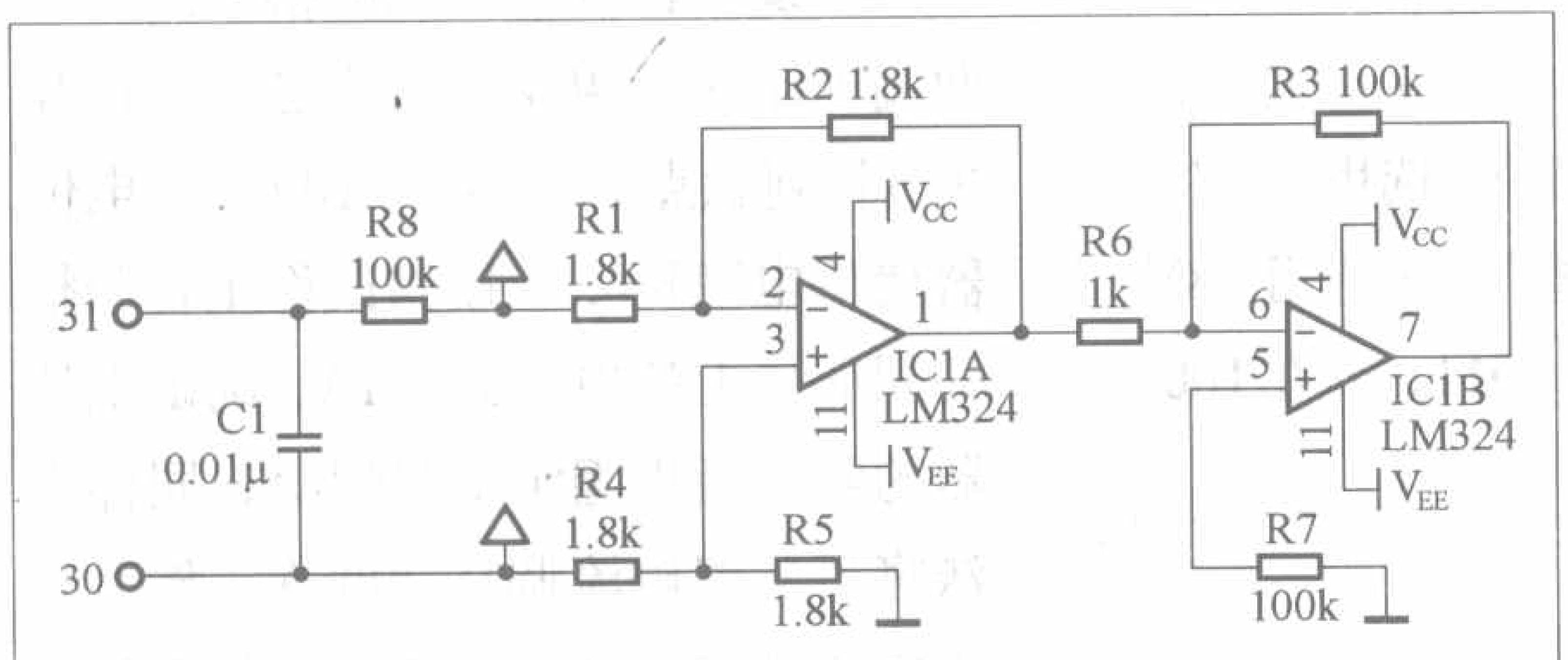


图3

$R1=R5/R4=a$ 时，则有 $U_0=a(U_2-U_1)$，为了减小干扰对7107的影响，该电路选用的 $a=1$。

加在输入端的电压差信号为毫伏级信号，进行减法运算后也是如此，在随后接入的与三角波比较产生矩形波的电路中，毫伏级信号会造成产生的矩形波占空比可调范围过窄，因此，考虑采用运放进行电压信号的放大，使占空比的可调范围符合要求。由图可知，放大倍数 $K=100k/1k=100$。

如图1所示，三角波接入运放的反相端，从减法器输出的信号接入同相端。当三角波的电压低于同相端电压时，运放输出高电平，MOC3041导通。在交流过零时可连续触发双向晶闸管，并且容许若干个交流波通过电路；当三角波的电压高于同相端电压时运放输出低电平，MOC3041截止，交流电压过零后停止加热，从而完成对负载加热功率的调控。在设定温度和测量温度相等时，运放维持一个额定输出，使PWM保持一定的占空比输出，这时的加热功率产生的热量与恒温槽的耗散热量相等，其温度波动很小，实现高精度控温目的。当测量温度上升，运放的输出增大，PWM占空比下降，导通的交流电压周波数减少，从而使恒温槽温度下降，达到精密控温的效果。与门IC3A的作用是通过20脚控制加热电路的通断，保证加热电路可靠通断。总电路图见图4。

0~30V稳压管测试器

文/俞 虹

平时我们测量稳压管的稳压值都要搭接电路，并调整限流电阻的阻值，测量比较麻烦，测定值也不够准确。本文介绍的测试器能对0.5W和1W的稳压值在30V以内的稳压管进行测量，测定值相对精确，同时采用数字表头显示比较直观。

工作原理

不同功率的稳压管测试的稳定电流也不同，0.5W的稳定电流一般比较小，这里取5mA。1W的稳定电流比较大，这里取20mA。

图1是测试器的工作原理图。220V的市电通过变压器T变压后产生两路电压，分别为18V和9V。18V电压通过电容C1、C4，二极管VD2、VD3进行二倍压的整流，在电容C4上产生约40V的高压。结型场效应管VT1或VT2为恒流源电路。当要测定0.5W稳压管的稳压值时，开关S合到触点1，恒流源输出约5mA的电流。当要测定1W稳压管的稳压值时，开关S合到触点2，恒流源输出约20mA的电流。这样恒定电流再通过插口上的被测稳压管，在稳压管上取得稳压值，并由接在稳压管两端的数字电压表测出电压。

由VT3、VD4等元器件组成的电路其作用是为了能使没有测量时数字表的读数为0。当测定稳压管时，插口上稳压管的电压小于30V，稳压管VD4不被击穿，三极管VT3为截止状态，稳定电压通过R3加到数字表上（由于R3的阻值相对数字表的内阻值小得多，不影响表的读数）。当不测量稳压管时，插口上稳压管的电压达到40V，稳压管VD4击穿，三极管VT3处于饱和状态，40V的电压全部加到R3上，数字表的显示为0。

同时另一路9V电压经过二极管VD1的整流、电容C2的滤波后加到稳压集成电路LM7805上，并输出5V的稳定电压作为数字表的电源。

元件选择

变压器T选用3W的。电容C1、C4选用耐压50V/220μF的电解电容器。二极管全部使用型号为1N4007的。场效应管VT1、VT2选用2SK363，其中VT1的I_{DSS}>5mA。VT2的I_{DSS}>20mA。稳压集成电路IC选用LM7805或AN7805。稳压管VD4选用38V/0.5W的。三极管用9011，β在100~150之间。电压表头选用ICL7107芯片制成的LED数字电压表头。开关S用1×2的拨动开关。测量插口用旧电视机的引线插口代替。

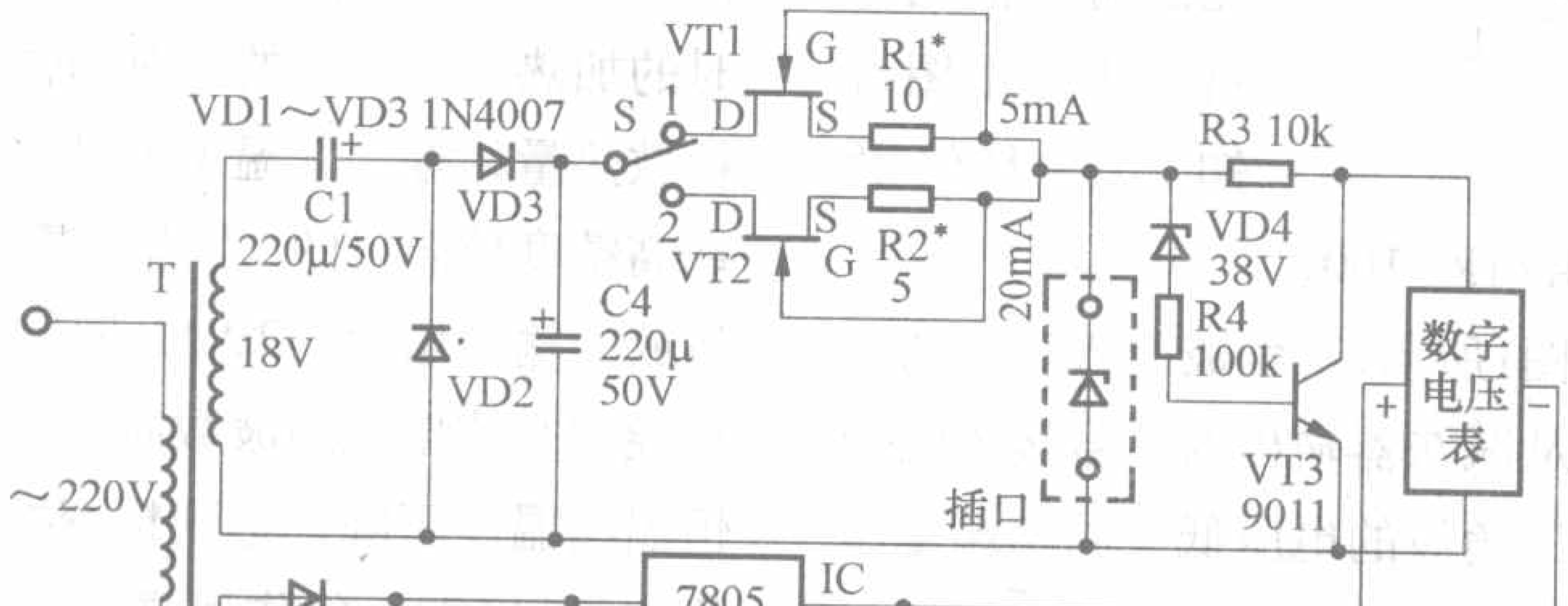


图1

制作方法和调试

首先要对变压器进行改制。方法是将变压器的铁心拆开，用0.23mm的漆包线在低压线圈骨架上再绕190匝组成9V的线圈，再重新装好铁心。

接着按图1设计制作一块电路板。场效应管和稳压集成电路的引脚排列如图2所示。元件焊接无误后，接好导线（暂不接电压表头）。测IC的2、3脚电压是否为5V，如不是5V要检查引脚焊接是否有错误。再测量电容C4两端电压应为40V~50V之间。将开关S打到触点1，接着用100Ω的电位器代替电阻R1，不接测试稳压管调整并测插口上的电流为5mA，确定电位器的阻值后用固定电阻焊上。同样方法将另一路电流调在20mA，然后在不接测试稳压管时，测VT3的集射极电压应该为0V。接测试稳压管时，集射极电压要和测试稳压管的电压一样（用数字表测）。正常后，接上数字表头。

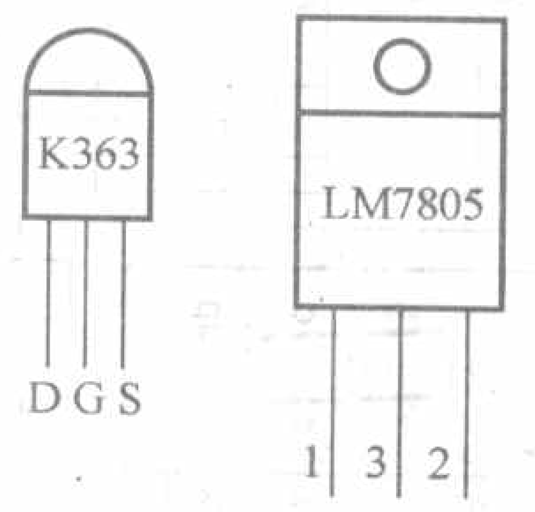


图2

最后，找一个塑料外壳将电路板、变压器固定在盒内的底板上，把开关、测试插口、表头固定在面板上，这样测试器即制作完成。

运放，我们需要什么？

文 / 吴红奎 吴红静

一、关于运算放大器

运算放大器(Operational Amplifier)俗称运放，英文简写为OP Amp，自1963年问世以来，从早期的真空电子管到现在的半导体集成电路，已经成为所有线性电路系统中事实上的标准器件。运算放大器可以实现放大器、缓冲器、比较器、差分放大器、线路驱动器、积分器、电平转换器、峰值检波器、滤波器、光电二极管放大器等很多电路功能，其应用已经延伸到汽车电子、通信、消费娱乐产品等各个领域。目前几乎每个大型半导体制造商的产品线中都有运算放大器这个产品。本文讨论用于音频电路的集成电路形式的运放。

在电路原理中运放一般采用如图1所示的两种画法以方便我们辨认和识图，一个三角形符号表示一个放大器，如果一个封装内有多个放大器，有时就会用一个方框框起来表示一个芯片内集成了多个放大器，在一个封装中可以有1个、2个、3个、4个放大器，我们一般称之为单运放、双运放、三运放、四运放，英文中一般称之为通道(channel)。不过也不排除采用标准集成电路的画法，即一个方框外有多个引脚而省略三角形的放大器符号。

运放的型号一般由前缀（英文字母）+型号（阿拉伯数字）+后缀（英文字母）三部分组成，有些型号没有后缀。前缀一般用英文字母表示集成电路的生产制造厂商，如我们常见的5532有NE5532、NJM5532等。不过也有例外，一些仿制产品尽管生产商不同，但会有意采用同样的前缀，如我们熟悉的NE5532就有多家厂商生产，却都标识为NE5532，中间的若干位阿拉伯数字才是集成电路的真正型号，不同厂家生产的同样型号的集成电路的性能有一定差别，仍以NE5532为例，发烧友就特别推崇大“S”标识的品种。后缀有时表示封装形式，如字母“N”一般表示双列直插塑料封装，而字母“A、B、C”等大多表示同型号的改进产品或者不同等级，具体哪个性能更好则要看厂家的具体说明。

运放的引脚排列现在已经标准化了，运放的型号不同，其引脚的功能和排列一般是完全相同的，从安装的角度讲同样尺寸封装的不同型号的运放是可以直接互换的，不过互换时要注意运放的性能是否能够满足电路的需要。图2是常见的双列直插运放的引脚图（N.C.表示空脚，下同），图3是常见运放的外形图。

不同封装材料封装的运放性能也不同，或者说产品的等级不同，我们经常用到的和见到的是塑料封装（塑封）的，有双列直插的，如图2所示，也有适应小体积的扁平封装的，如SSOP形式的，小体积封装的运放在低压系列

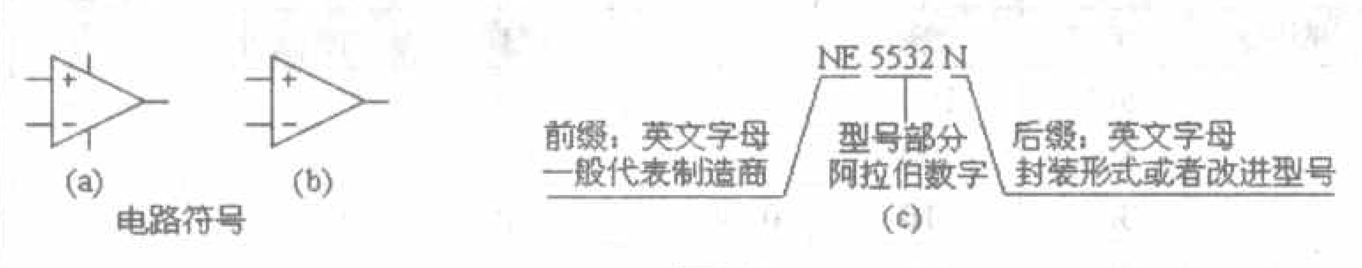


图 1

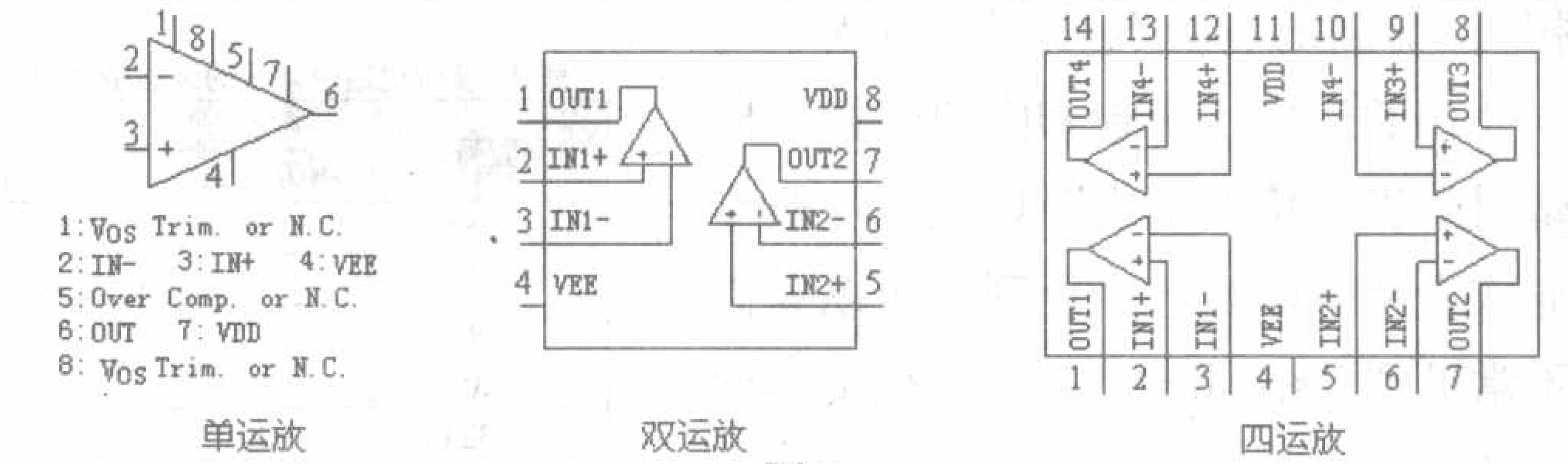


图 2

表 1　音频应用中常用运放技术参数的标识

符号	英文全称	一般中文名称 全称	一般中文名称 简称	常用单位	备　注
e_n	(Equivalent) Input Noise Voltage	输入噪声电压密度	噪声	nV/$\sqrt{Hz}$	
	(Equivalent) Input Noise Density				
Vos	Input Offset Voltage	输入失调电压	失调电压	mV 或 μ V	国内标为“U_{IO}”
GBW	Unity Gain bandwidth	增益带宽	带宽	kHz 或 MHz	也简写为“GB”“GBP”
	Gain Bandwidth Product				
SR	Slew Rate	电压转换速率	转换速率	V/ μ s	有称“压摆率”
A_{VOL}	Voltage Gain	电压开环增益	开环增益	dB 或 V/mV	有标为“A_{VO}”；国内标为“A_{VD}”
	Open Loop Gain				
	Large–Signal Voltage Gain	极大电压增益			
t_s	Settling time	建立时间		ns（纳秒）	
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	电源抑制比		dB	也有采用 V/mV 或者 V/ μ V 为单位的
	Average Input Offset Voltage Shift vs Power Supply Voltage				
CMRR	Common Mode Rejection (Range)	共模信号抑制比		dB	
THD	Total Harmonic Distortion	总谐波失真		% 或 dB	一般为 %
THD+N	Total Harmonic Distortion+ Noise	总谐波失真 + 噪声		% 或 dB	一般为 %

表2 主要技术参数对音频系统的影响评价

参数	影响评价
e_n	e_n影响声音系统的信噪比，尤其是前置放大器，如果不计成本，数值越小越好。 从音频应用实践看，低于30nV/$\sqrt{Hz}$就可以满足一般需要，不过要注意这应该是f_{IN}为1kHz或者10kHz的数值，一些高速运放标识的并不是这个频段的数值。 理想低于5nV/$\sqrt{Hz}$。
V_{os}	影响电路的稳定性尤其是全直流放大器，对噪声指标和温度漂移有一定影响；不过对于音频电路来说多数运放的这个指标已经够用了。我们一般得到的是T_a=25℃的数值，如果关注一下T_a=75℃或者更高温度下的数值则更好。 一般按最大值计低于5000μV就不会对电路有明显的影响，不过MOS输入型运放例外，这个数值会更大。用于前置放大器、DAC推动、电压比较器等可以选取指标更好的型号。
GBW	影响声音的清晰度，如果不计成本，数值越大越好。 前置放大器、输入缓冲、线路放大器对此要求不高，音调电路、功放推动、DAC缓冲输出、有源滤波器应该重视这个参数。 从音频应用实践看，不宜低于3MHz。
SR	影响声音细节的表现，如果不计成本，数值越大越好。 尽管音频信号的上限只有20kHz，但是音乐信号的频谱复杂丰富，瞬时幅度/时间的变化率有时会达到一个很高的水平。 从音频应用实践看，最好高于10V/μs，不宜低于1 V/μs。
A_{VOL}	影响电路的主要性能即对信号的放大能力，这个数值选大还是选小要视具体应用而定，只要满足$A_{VOL} \cdot F>>1$就可以了，其中F代表反馈系数。 如果用做电压跟随器，要注意该运放的稳定增益是否为1，有些运放不能稳定的工作在增益为1的状态。对于闭环增益比较高的前置放大器等电路应该重视A_{VOL}这个参数。
t_s	影响声音细节的表现，尤其是高频部分，如果不计成本，数值越大越好。 数字音源电路以及DAC缓冲输出应该重视这个参数，对模拟电路来说要求不高。 对于数字电路应用，视具体情况，一般不宜高于2000μs。
PSRR	如果不计成本，数值越大越好。 对电路的噪声尤其是电源噪声，如交流哼声，对于采用开关电源的电路来说，高音的清晰度也受影响，如高音听起来发毛等。 从音频应用实践看，按典型值计算最好高于80dB，不低于100dB为佳。
CMRR	如果不计成本，数值越大越好。 决定了电路抗干扰的能力，尤其是输入回路。 从音频应用实践看，按典型值计算最好高于80dB，不低于100dB为佳。
THD(+N)	这个参数当然是越低越好，不过应该注意过于追求低失真的倾向。 对于音频应用，应该重视f_{IN}为1kHz和10kHz以及整个音频频带内的这个数值的平均程度，如果在音频频带内的失真－频率曲线起伏过大就不好，如果在音频频带内这个曲线比较平直而且低于0.0005%就足够好了，我们一般得到的数据是f_{IN}为1kHz的典型值，所以应用时如果有可能最好参考一下其失真－频率曲线。

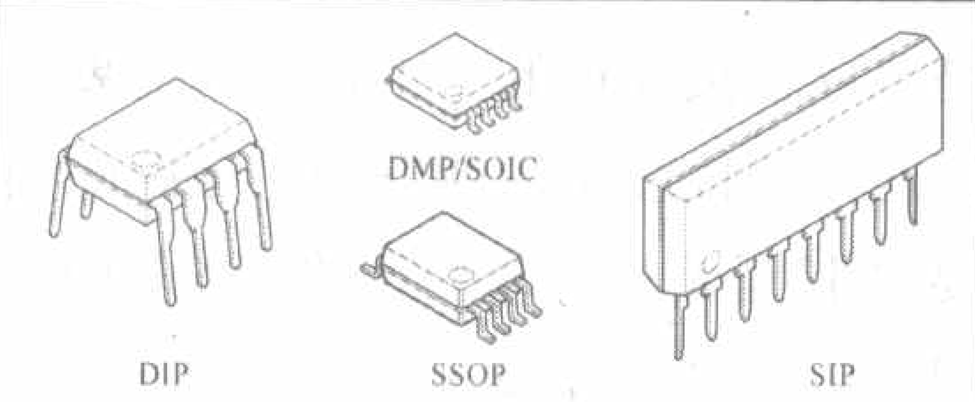


图3

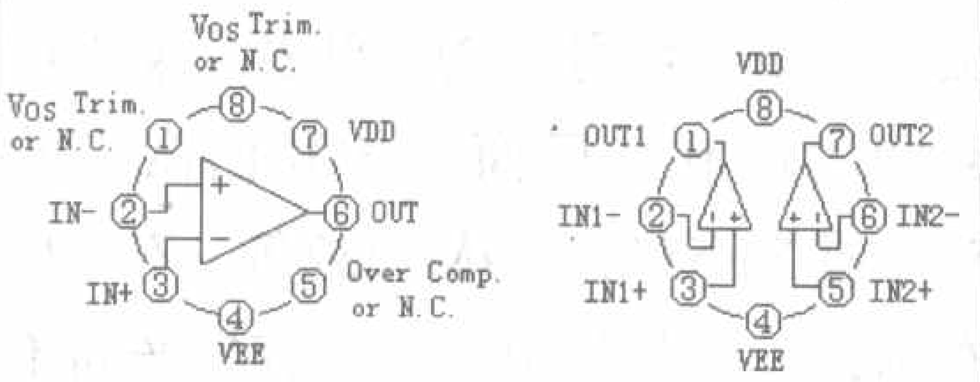


图4

（一般电源电压范围在2.5V～5.5V之间）中更为常见，因为这些运放针对便携应用的比较多。在一些高档和专业产品中我们还会见到陶瓷封装（简称陶封）和金属封装（简称金封）的产品，陶封的引脚排列和外形与塑封的基本相同，金封的有所不同。同一型号、同一公司的运放，金封和陶封价格会比塑封的贵几倍乃至十倍以上，一般专业或者特殊领域才会用到，所以我们不常见到。图4是金封的运放引脚排列示意图。

二、运放的主要技术参数

运放的技术参数很多，要搞清楚并不容易，而且很多时候我们也没有条件去测定，只能参阅生产商提供的电子数据文档。表1列举了我们在音频应用中经常关注的技术参数的中英文标识与单位，表2列举了这些参数对音频电路性能的一般影响。

需要说明的是运放的其他参数如电源电压、功耗等也是很重要的，只是对音频电路的性能影响不大，属于通用技术要求，所以表中未做讨论。表2中的评论只是个人观点，难免偏颇，仅供参考。

注释："要求不高"的意思是现代运放中该技术指标已经很好，可以轻松地满足应用需要而无需刻意要求，并非这个参数不重要。

三、音频电路中常用的运放型号及其主要技术参数（表3）

这里罗列的是音频电路中常用的运放型号与参数以方便对比，不过一些仍在广泛使用的经典型号运放因为早期的电子数据文档难以找到，所以采用了同型号新品的数据，有些指标已经比原来有所提高。

表3中数据限于篇幅和数据规格

表3 音频电路中常用的运放参数表（f_{IN}=1kHz，T_a=25℃）

型号	e_n	SR	GBW	V_{os}	A_{VD}	THD+N	CMRR	PSRR	制造商
	nV/$\sqrt{Hz}$	V/μs	MHz	μV	dB	%	dB	dB	
NE5532	5	9	10	500	100	–	100	100	Philips
NE5534	4	13	10	500	100	–	100	100	Philips
LM833	4.5	7	15	300	110	0.002	100	100	NS
LF353	15	16	4	3000	106	0.01	86	86	ST
CA3240	40	9	4.5	5000	100	–	90	80	Intersil
RC4558	8	1.7	3	500	110	–	90	90	TI
NJM4558	–	1	3	500	100	–	90	90	JRC
TL072	15	16	4	3000	106	0.01	86	86	ST
TL084	18	13	3	3000	106	0.003	86	86	TI
BA4560	–	4	10	500	100	–	90	90	ROHM
AD827	15	300	50	3000	75	–	95	86	ADI
OPA627BM	5.2	55	16	100	120	0.00003	110	120	BB
OPA2604	11	25	20	1000	100	0.0003	100	80	BB
OP275	6	22	9	1000	106	0.0006	106	111	ADI
LT1057	14	14	5	200	110	–	82	102	LT
LT1028	0.85	15	75	10	93	–	126	133	LT
NJM2114	3.3	15	13	200	110	0.0006	100	100	JRC

注释：表3中涉及的制造商简称说明，括号内的部分中文译名供参考：

1、TI：Texas Instruments（德州仪器）
2、BB：Burr Brown
3、NS：National Semiconductor（国半）
4、ST：STMicroelectronics（意法半导体）
5、ADI：Analog Devices
6、LT：Linear Technology(凌特，凌立尔特)
7、JRC：New Japan Radio(新日本无线)
8、Philips Semiconductor（飞利浦半导体）

运放

文/吴红奎 吴红静

低噪声、单电源、轨至轨宽带系列运放OPAX365

BB (Burr–Brown) 公司发布了轨至轨输入输出的高性能CMOS系列运放OPAX365，包括单通道版本OPA365和双通道版本OPA2365。该系列运放采用创新的零交越、单输入级拓扑，消除了传统补偿输入级常见的交越问题，实现了轨至轨输入；该设计降低了失真，在整个输入电压范围内（比电源电压高100mV）实现了最低为 100dB 和典型值为 120dB 出色的共模抑制比（CMRR），因此非常适合驱动ADC（模数转换器）而不会造成差动线性衰减；其他特性还包括 300ns 快速建立时间（精度0.01%）、低失调电压（最大200μV）以及2.2V～5.5V的单电源工作。主要技术特性见本文后面的附表，与市场上同类相关产品的失真曲线对比图见图1。

OPAX365的应用领域包括音频、数据采集、测试测量、有源滤波、宽带放大器、波形整形、过程控制等。

OPA365采用SOT23–5和SO–8封装，OPA2365采用SO–8和DFN–8封装，工作温度范围–40℃～+125℃，该系列运放的技术性能与封装形式无关，可以实现高度的设计通用性。封装外形和引脚分布以及实际外形图见图2。

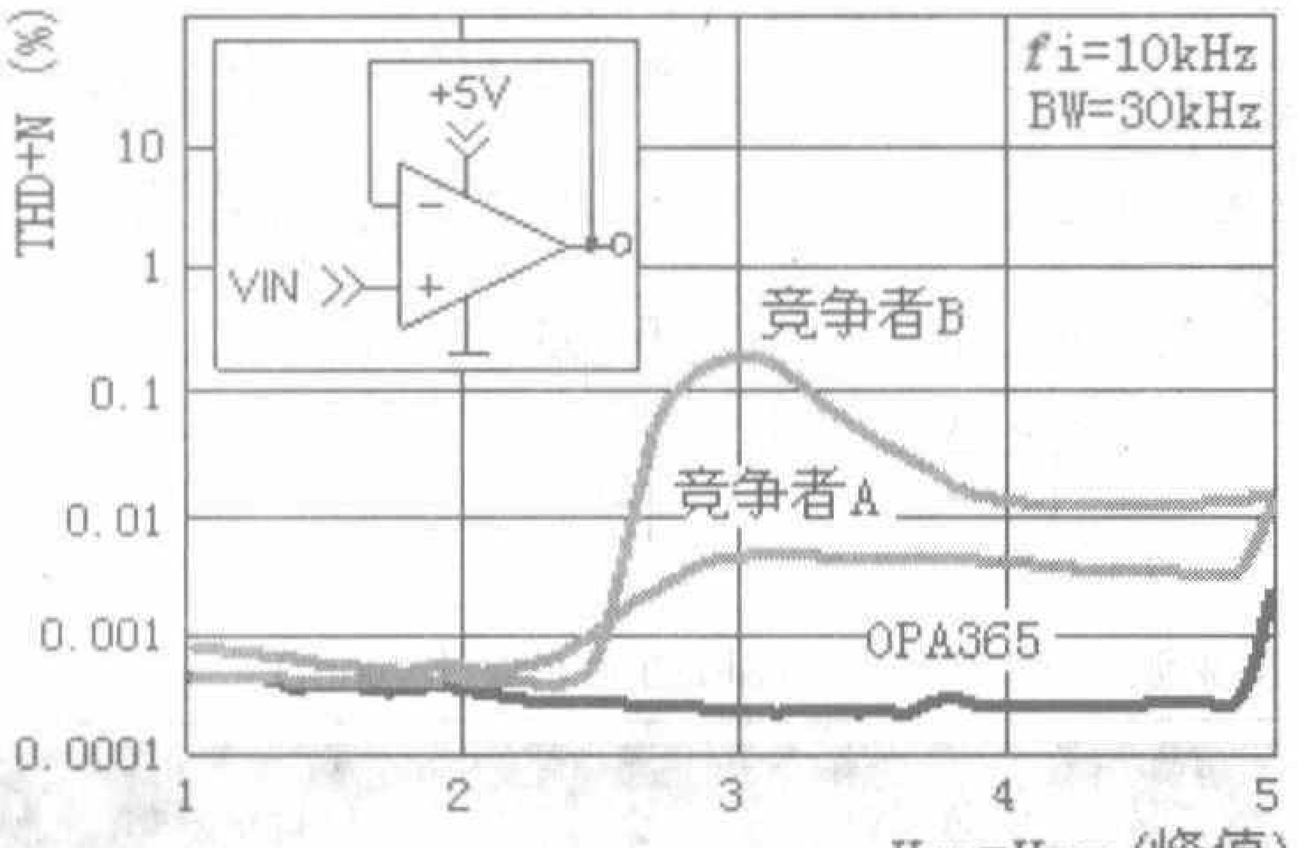


图1

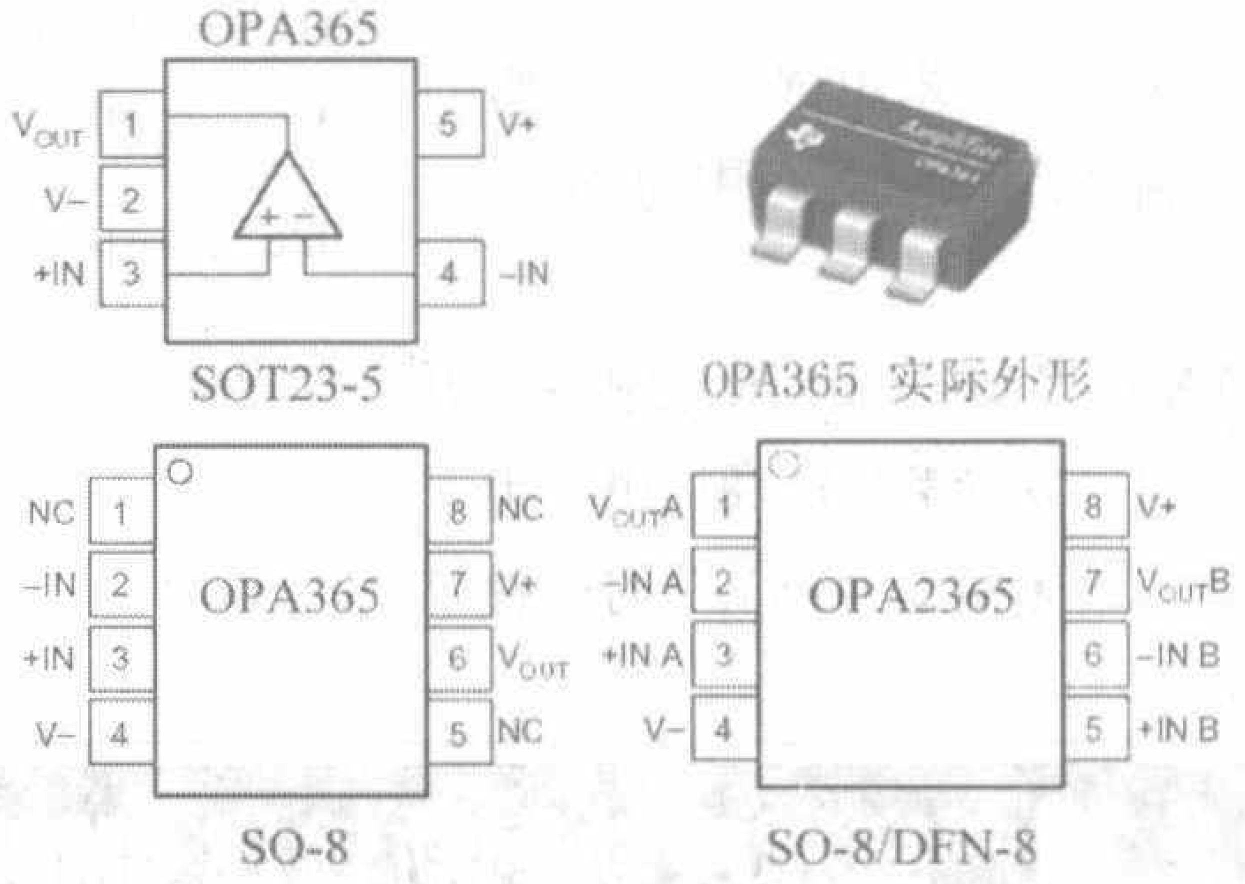


图2

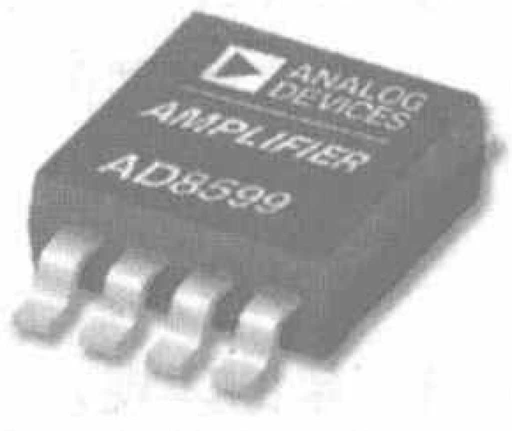
（资料来源：OPA365数据文件，ti.com/audio）

极低失真、极低噪声双运算放大器AD8599

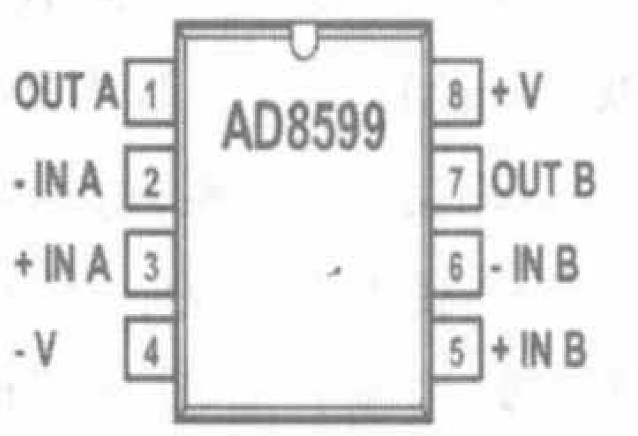
AD8599是一种极低噪声、低失真双运算放大器，在音频带宽内的1 nV/$\sqrt{Hz}$低噪声和0.0001%（或更好）的失真度指标，使它具备足够的动态范围以适应音响前置放大器、医疗以及仪器应用。15V/μs的电压转换速率和10MHz的增益带宽足以应对医学低频应用。低失真和快速建立时间则非常适合作为高速数据转换器的缓冲器。AD8599的电流噪声优于3.5 pA/$\sqrt{Hz}$，其他主要技术指标参见附表。

AD8599采用ADI(Analog Devices)公司拥有专利权的iPolar高电压制造工艺，内部集成了一个用于单位增益稳定的补偿电容器，采用8引脚SOIC封装，外形和引脚分布参见附图。

AD8599并非针对音频专门优化，千片定量价格为4.25美元/片，价格不菲。



模拟外形图



引脚图（顶视，未按比例）

（资料来源：AD8599数据文件，analog.com）

的复杂性，没有标明数据的详细测试条件，测试条件不同厂商往往也是不同的。表3中标明了制造商就是为了说明同型号的集成电路，制造商不同数据也有可能不同。表中的数据全部来自相关制造商公开发布的电子数据文档，因此这些数据只具有参考意义，详细的数据应该以最新的电子数据文档以及实际测试数据为准。

最后需要说明的是并不是指标越高、价格越贵的运放就越好，对电路进行系统的均衡搭配非常必要。

四通道音频线路放大器 MAX9727

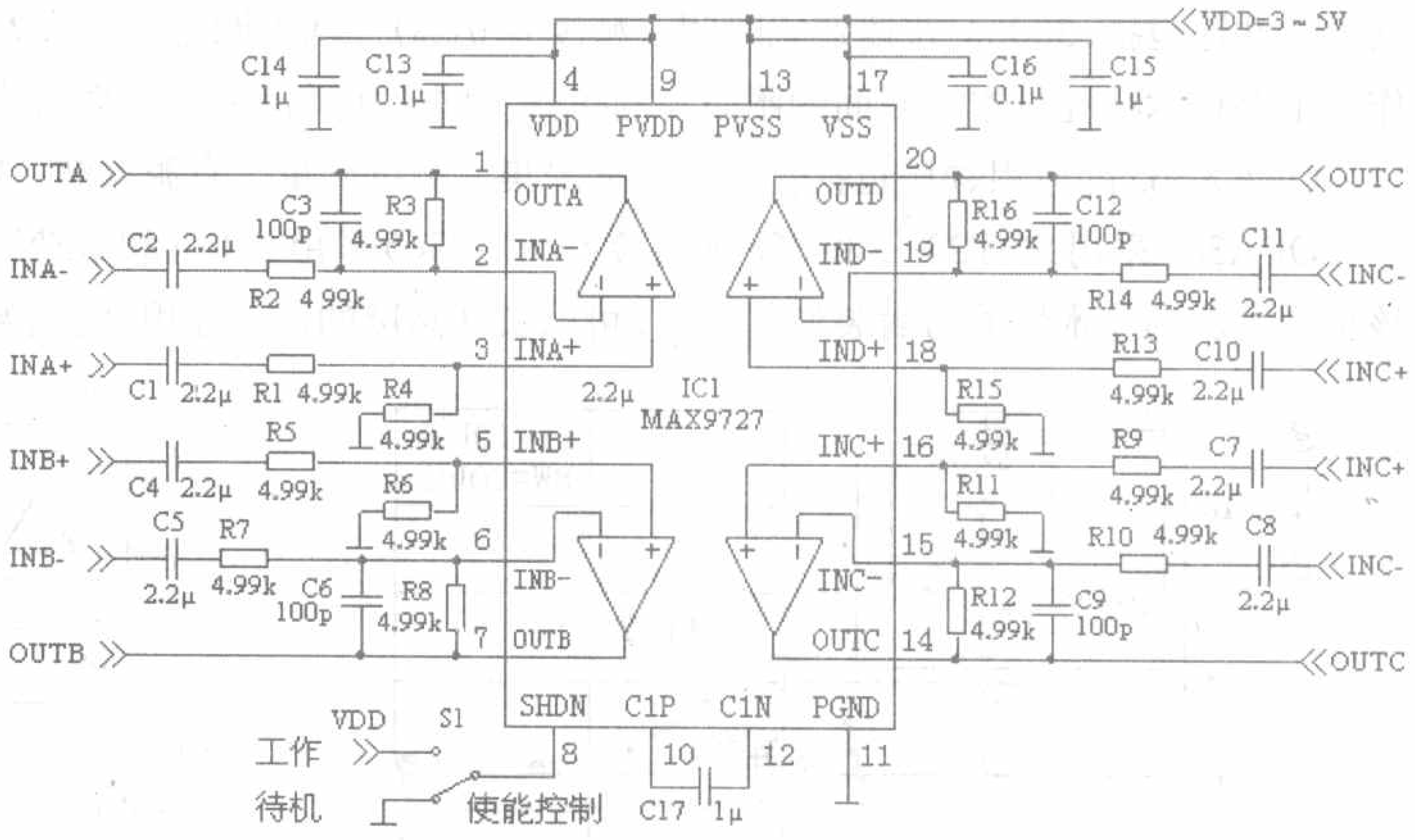
MAX9727四通道音频线路放大器采用Maxim专有的“DirectDrive”结构，在单电源供电时输出端以地为基准，本身不需要输出电容，如果搭配具备同样性能的后级（如TDA2822M），则可以省去影响音频质量的隔直电容，同时也节省了成本和电路板空间。

MAX9727的主要技术性能包括100dB的PSRR（电源抑制比）、0.0005%的THD+N、开关机无冲击声、带有使能控制端子等，2.7V～5.5V单电源供电，每通道仅消耗3mA的电源电流，待机模式静态电流降至100nA以下，非常适合电路板空间和成本受限的便携式音频设备，同时也非常适合于A/V接收机、CD与DVD播放器、消费类或专业音频设备、便携式音频设备、机顶盒、声卡等方面的应用。

严格意义上说MAX9727属于专用运放，适用于平衡或者单端线路放大器，尤其是组成输出输入平衡式线路放大器只需要一片运放，即减少了元件数量和电路的复杂程度，集成的四通道运放也比较容易保证通道之间的平衡，降低对外围元件的精度要求，专门为音频的优化设计可以确保实现对音频信号进行低噪声、低失真的放大。

MAX9727采用扁平20引脚的QSOP-20封装，工作温度范围为-40℃～+85℃。

MAX9727的技术参数见附表，更详细的资料可以参考生产商提供的电子数据文档。附图是MAX9727的一种应用电路图。



（资料来源：MAX9727 Evaluation Kit，Maxim）

国产高精度轨到轨输出 CMOS 电压反馈运算放大器 SGM8652

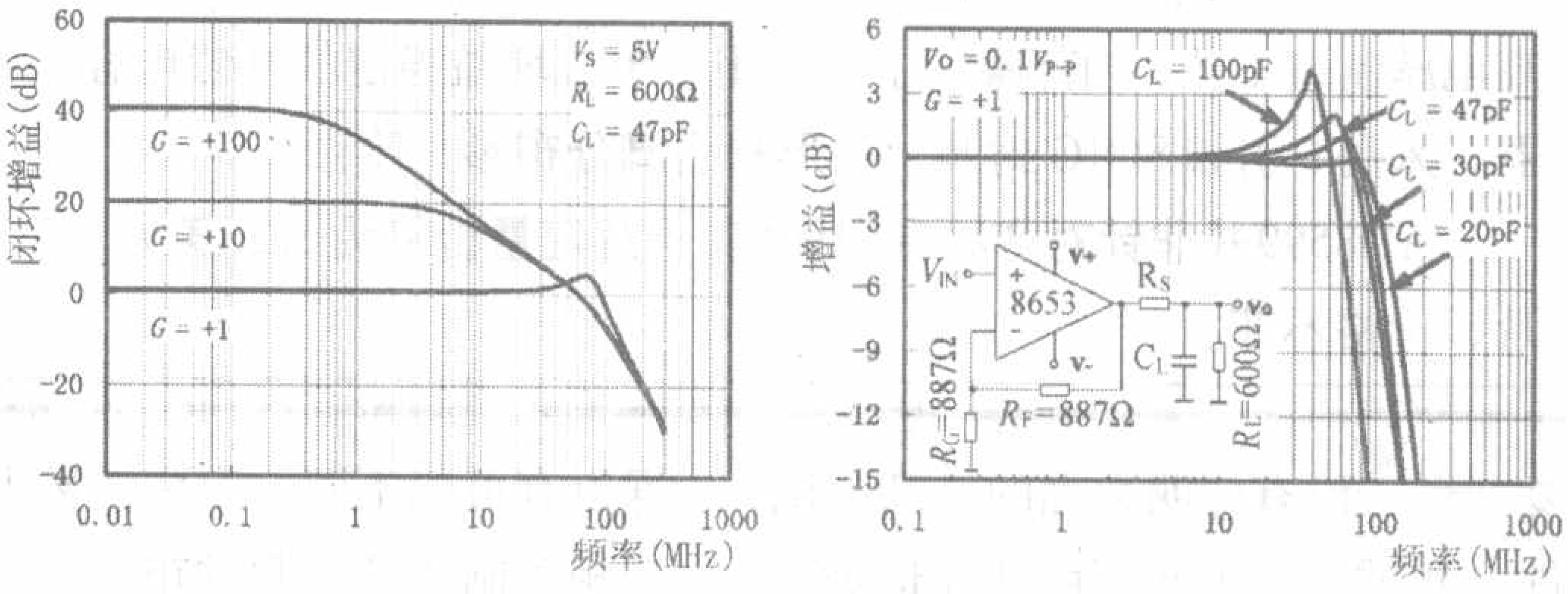
这是一款国产运放，由位于哈尔滨的圣邦微电子有限公司（SGMC）出品。圣邦微电子有限公司目前可以设计生产LDO（超低压差稳压器）、通用运算放大器、高性能运算放大器、CMOS模拟信号开关、微处理器电源检测芯片等。

SGM8652是圣邦微电子有限公司出品的轨至轨输出的高性能运算放大器，类似的型号还包括SGM8651（单运放）、SGM8653（三运放）、SGM8654（四运放）、SGM8655（四运放带使能控制端子）。2.5V～5.5V单电源供电，以低成本提供优良特性，静态电流为2.3mA/通道，工作温度范围-55℃～+150℃，其他参数见附表或者参考该公司提供的电子数据文档。该系列运放据该公司公开的产品说明可以替代ADI等公司同型号的产品，具体使用效果未见相关报道。

SGM865X系列运放适用于数据采集、过程控制、音频与视频处理、有源滤波、宽带通信、A/D与D/A驱动器等。以f_{IN}=1MHz计，其电压噪声密度（e_n）典型值为8.7 nV/$\sqrt{Hz}$，理想用于A/D和D/A驱动。

SGM865X系列运放有宽广的稳定增益范围和负载驱动能力，用于音频缓冲、线路放大及音效控制，有源滤波也应该有不错的表现，其音频带内噪声稍高，用于前置放大可能不太适合。附图是其闭环增益和电容负载曲线与频率的关系曲线图，可以发现在音频带内非常平直。

SGM8652是双运放，采用扁平SO-8和MSOP-8封装。



（资料来源：SGM865X 数据文件，sg-micro.com）

高性能低噪声双路运算放大器 NJM2114

NJM2114不是一个新投产的产品，上市时间应该在1994年前后，不过因为NJRC（新日本无线）公司最近没有更加新的适用于音频的高性价比型号，而且这个型号在国内的应用未见报道，如果你不熟悉这个公司，但你了解4558、4580、4560的话，其实这些型号NJRC公司都有相应的产品，对应的型号是JRC4558、NJM4580、NJM4560，尤其是JRC4558被认为是4558中的上品。

NJRC公司运放素有高性价比的特点，很多产品在顶级产品中也有应用，NJM2114是低噪声、低失真的高性能双运放，是5532的升级产品，具有极佳的斜率、带宽和失调电压等，适用于高保真音响设备。著名的Hi-End音响公司Teac在其采用Vrds系统的顶级CD唱机中就采用了它做缓冲模拟输出。用NJM2114来替换5532应该是一个不错的选择，不过国内应用较多的是NE5532，NJM5532也不多见，NJM2114的国内使用报告更是未见，这里把这个似乎有点老的运放推出来，希望起到抛砖引玉的作用。

NJM2114是采用双极技术的运放，具备高输出电流（典型值60mA)能力和低噪声电压（典型值0.9μV_{RMS})特征，其他技术参数见附表，可以看出比5532高出不少。NJM2114采用DIP8、DMP8、SIP8多种封装形式以适合不同应用的需要，对应型号分别为NJM2114D、NJM2114M和NJM2114L。

图1是NJM2114的增益、相位对应频率的曲线图，图2是NJM2114的实际外形图。

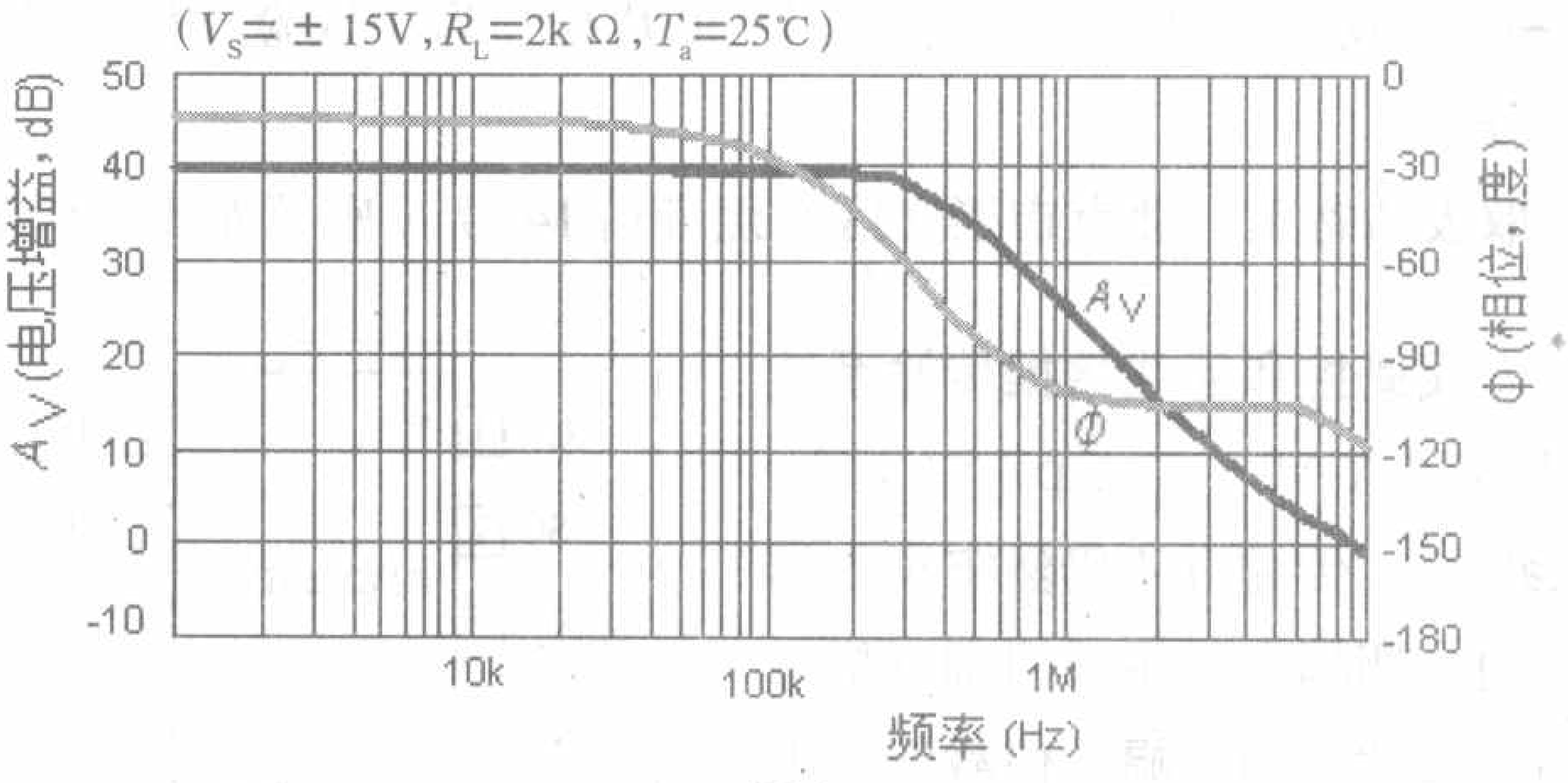


图1

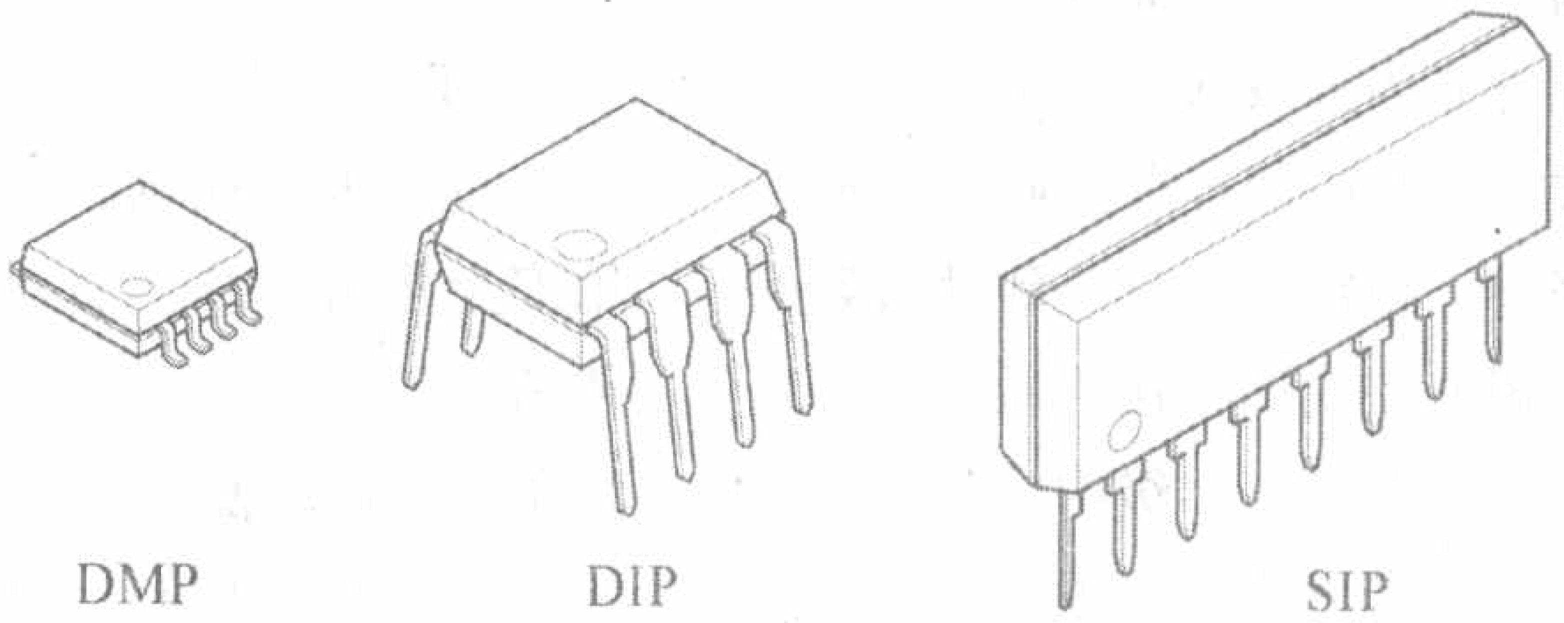


图2

（资料来源：NJM2114数据文件，njr.co.jp）

附表 5种运算放大器的主要技术参数（f_{IN}=1kHz，TA=25℃，典型值，注明者除外）

项目[1]	V_s	THD+N	e_n	SR	GBW	V_{os}	A_{VD}	CMRR	PSRR	价格[13]
	V	%	nV/√Hz	V/μs	MHz	μV	dB	dB	dB	美元/片
OPA365[4]	2.2～5.5	0.0006[5]	2.4	25	50	100	120	120	100	0.95
AD8599[2]	±5～±15	0.0003[6]	1	15	10	≤100	120	120	≥120	4.25
MAX9727[7]	2.7～5.5	0.003[9]	—	0.9	3	500	82	100	100	0.79
SGM8652[9]	2.5～5.5	—	90	66	50	2000	104	67	80	—
NJM2114[2]	±3～±22	0.0006[10]	3.3	15	13	200	110	100	100	—

注释：

(1)表中数据除了部分价格数据外全部来自器件的电子数据文档，可能与某些公开报道有出入，表中的技术参数符号的一般中文意义如下：
Vs：工作电压；THD+N：总谐波失真+噪声；e_n：输入电压噪声密度；GBW：增益带宽；
Vos：输入失调电压；A_{VD}：开环增益；CMRR：共模信号抑制比；PSRR：电源抑制比。

(2) V_S=±15V，R_L=2kΩ，注明者除外；

(3) A_V=1，V_{OUT}=3V_{RMS}，R_L=2kΩ；

(4) V_S=±5.5V，R_L=2kΩ，注明者除外；

(5) A_V=1，V_{OUT}=4V_{P-P}，R_L=600Ω；

(6) A_V=1，V_{OUT}=3V_{RMS}，f_{IN}=20 kHz，R_L≥1kΩ，最大值；

(7) V_S=3.3V，V_{CM}=0V，R_L=∞，注明者除外；

(8) V_S=3.3V，V_{OUT}=1.6V_{RMS}，BW=22Hz～22kHz，未加权，R_L=1kΩ；

(9) R_L=600Ω，注明者除外；

(10)总谐波失真（THD）数值，未计噪声，A_V=10，V_{OUT}=7V_{RMS}，R_L=10kΩ；

(13)千片定量价格，数据生产商网站公开报价，封装形式为塑料封装，不同形式的塑料封装的价格略有不同。

新颖的免调整AM接收芯片

文/唐黎明

编者按： PT8R2012W是由上海百利通公司生产的AM接收芯片，如果有谁对它感兴趣，并想动手试验一下其实际效果，可以写信到《无线电》杂志社，来信请注明“百利通IC索取表”，信件中请写明姓名、邮编、地址、单位、联系电话、E-mail及索取目的。我们将提供50片样片为您试验与代换提供最大的便利，同时也希望您有好的设想和设计方案与我们分享。

索取表请寄至：北京市崇文区夕照寺街14号A座《无线电》杂志社，邮编：100061。

在无线遥控和无线数据传输系统中，调幅（AM－amplitude modulation）传输方式仍然牢牢占据半壁江山，调幅方式指采用调制信号去控制高频载波的振幅，使载波的振幅按调制信号的变化而变化。调幅接收系统可分为直放式、超再生式和超外差式等，其中超外差接收相对而言是最完善、稳定，产品一致性最好的方案，超外差式调幅接收系统包括高放、本振、混频、多级中放、检波及低放电路，其功能方框图见图1。

产品设计和生产者完成一个完整的超外差AM接收系统需要计算天线回路阻抗匹配、高放/本振线圈或变压器设计和调整、多级中频耦合变压器的配合调整以及整机统调等步骤，不单对于设计工程师而言是一个不小的挑战，而且由于多级耦合变压器的存在也导致产品成本无法降低，还特别要求生产线工人具备一定的操作水平和熟练程度，否则无法统调出性能优良的整机。为此，笔者在此介绍一款不需生产线调整的完整AM接收方案。

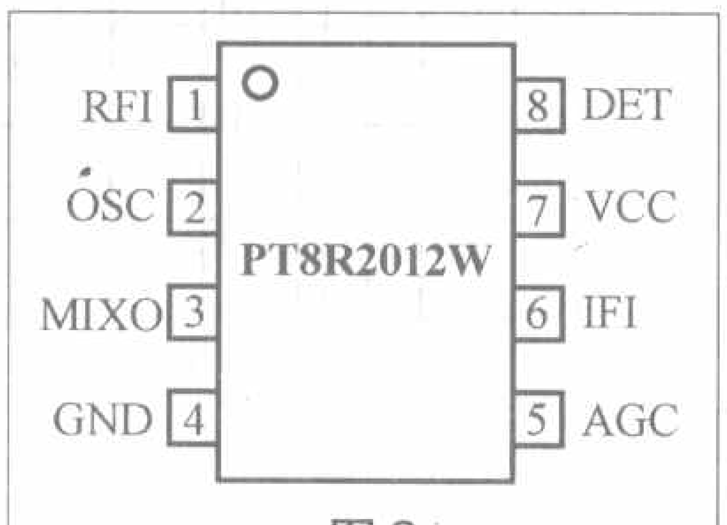
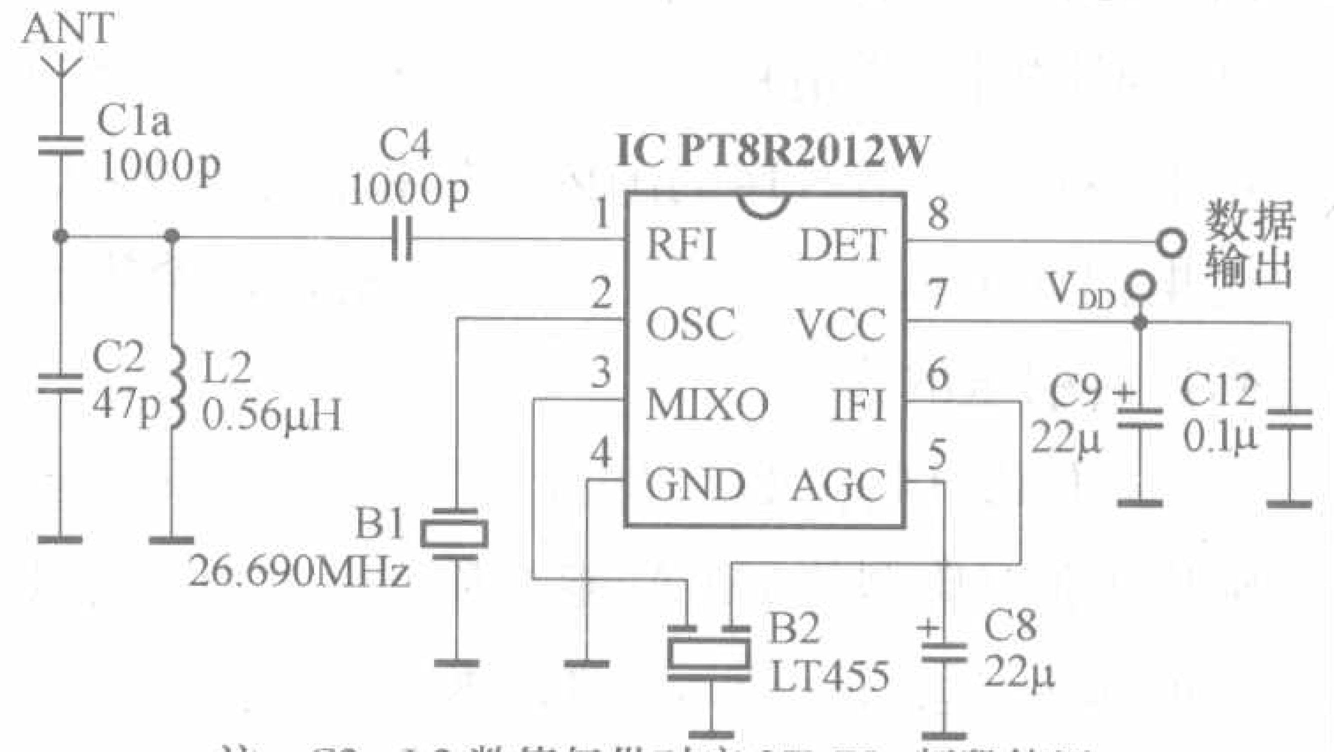


图3



注：C2、L2数值仅供对应27MHz频段使用

图2

PT8R2012W是一款专门设计为遥控玩具、民用安全报警系统、交互式传信系统、民用远传测量系统等用途而使用的整合式AM接收IC，包含从高频输入到解调输出所需的全部电路。该IC具有外围元器件极少、工作电压低、耗电小、高集成度、免调整、灵敏度较高等特点。其工作电压低至1.8V～3.0V，推荐标称工作频率范围10MHz～60MHz，覆盖了常用的SW频段（频点）如27MHz/35MHz/40MHz/49MHz/55MHz等。采用基本工作线路（见图2）时典型接收灵敏度为－85dBm～－90dBm。经对比测试，在接收的信号频率不高于75MHz时对IC性能无影响。如果用户用于更高工作频率，将导致IC的接收灵敏度有所降低，例如用于80MHz～90MHz时其灵敏度将可能降低5dBm～8dBm，高于100MHz后更是锐减以致无法使用。测试中，在同样采用1kHz信号，调制度90%时，该芯片动态范围优于85dB。该IC采用廉价的8引脚贴片式封装（SOP－8），其引脚分配和内部功能框图分别见图

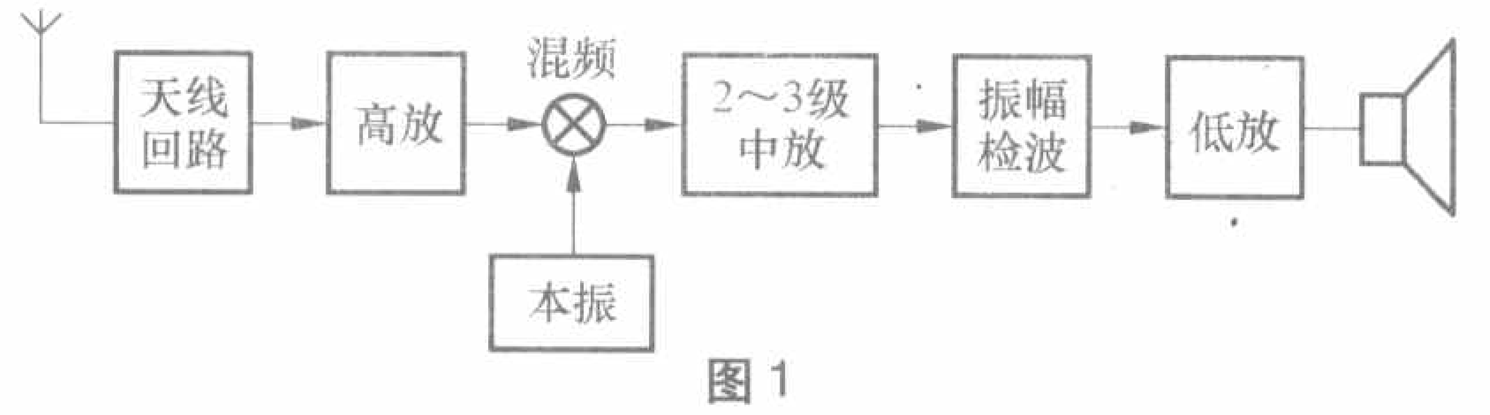


图1

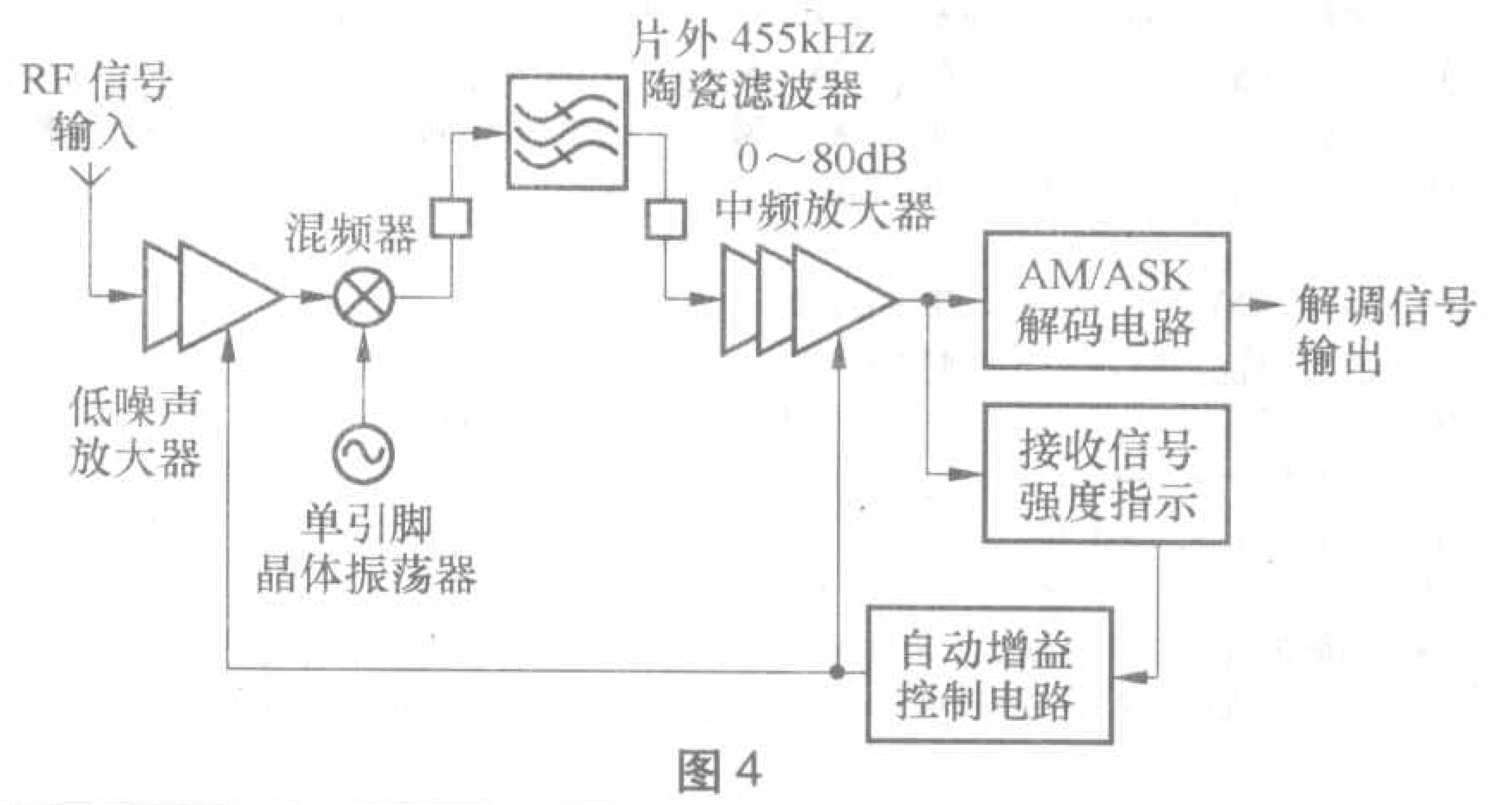


图4

3和图4。

这款IC的显著优点在于针对设计、生产、调试困难的诉求对IC内部作了一些相应的优化，在不降低产品性能的前提下大幅度简化了AM接收电路的外部元器件，并实现了免调整生产。即只要元器件完好，安装无误，无需任何调整，装配完成即可工作。如图2及图4所示，RF信号从1脚（RFI）输入，经内部低噪声放大器放大到适当幅度后与2脚（OSC）输入的本机振荡信号混频，混频后产生的中频信号经外部455kHz陶瓷滤波器选频后送入中频放大器，然后解码输出，该中频放大器与前面的低噪声高频放大器同时受AGC（自动增益控制）电路的控制，所以可以自动设定适当的放大量，尽量保证输出合适的中频电压供给混频电路。流程与标准超外差AM接收电路基本上一样，但是其内部各个单元都有独特的优点。

首先来看其内部的低噪声高频放大器。该放大器采用宽带输入，取消了选频回路。它具有输入阻抗低，输出阻抗较高的优点，实测在27MHz频率下其典型输入阻抗约60Ω。采用极低输入阻抗的好处是可以直接匹配天线回路，而不需要通常的天线阻抗变换电路，甚至可以直接接驳拉杆天线。这样就绕过了天线回路的调试过程。其次，该IC内部采用新型本机振荡电路，可以用单一引脚连接外部晶振(晶振另一引脚直接接地)，这样可以大幅度节省辅助零件和PCB空间。最后，其中频放大器本身具有一定选频作用，因此只要采用一个455kHz陶瓷滤波器就可以得到足够的选择性。IC内建中频放大电路配合自动增益控制（AGC）电路，其放大量在0～80dB范围内自动调节，保证整机动态范围大于85dB。在采用一个普通455kHz陶瓷滤波器时，其－3dB带宽约7.5kHz。值得指出的是，因为带宽仅7.5kHz，加之在解码输出端需要一个RC滤波，导致调制信号频率无法提高，实用数据率一般不高于2kHz，加之IC内部解码电路针对数据传输作了一些优化，导致解码出的信号线性不会太好，因此这款IC用于语音传输效果不太理想，主要应用目标还是低速数据和编码、按键控制信号等。如果要试用于低端语音玩具或仅传递人声的产品，可以取消解码输出端的RC滤波器，以及考虑将455kHz陶瓷滤波器用其他通带稍宽的带通滤波器代替。极限应用下甚至可以取消它，仅仅用一个数十至数百皮法的电容连通电路即可。

图5是推荐的简单应用线路，该电路由于采用了一个天线匹配回路和高频放大器，因此电路整体灵敏度可达－95dBm～－100dBm。其中C1、C2、L2组成匹配回路，VT、R1、L3组成宽带放大器，这样既可额外提供约20dB的放大量，又不需在生产时增加调整步骤。放大后的高频信号送入IC与2脚输入的本地振荡信号混频后从3脚输出，通过B2的选频作用滤除杂信，然后经过多级中频放大后由内部乘积式检波器检出被调制信号，由8脚输出，经外接π形滤波器滤波后给出解调后的信号。5脚是内部AGC电路的控制端，提高此引脚电平可以适当提高AGC放大量，反之（增加一个电阻到地）可以减少AGC放大量。虽然整体电路已经非常简洁，如果不是特别注重性能，还有可以减少的余地，例如可以去掉VT、R1、L3组成的附加高频放大器，这样虽然整体灵敏度降低了15dB～20dB，但如果配用单管振荡，一级三极管高频放大的发射电路，还是可以保证20m以外的传输距离。另外R4、C6、C7组成的外接π形滤波器也可以酌情省略。这样就组成最简应用线路，见图2。

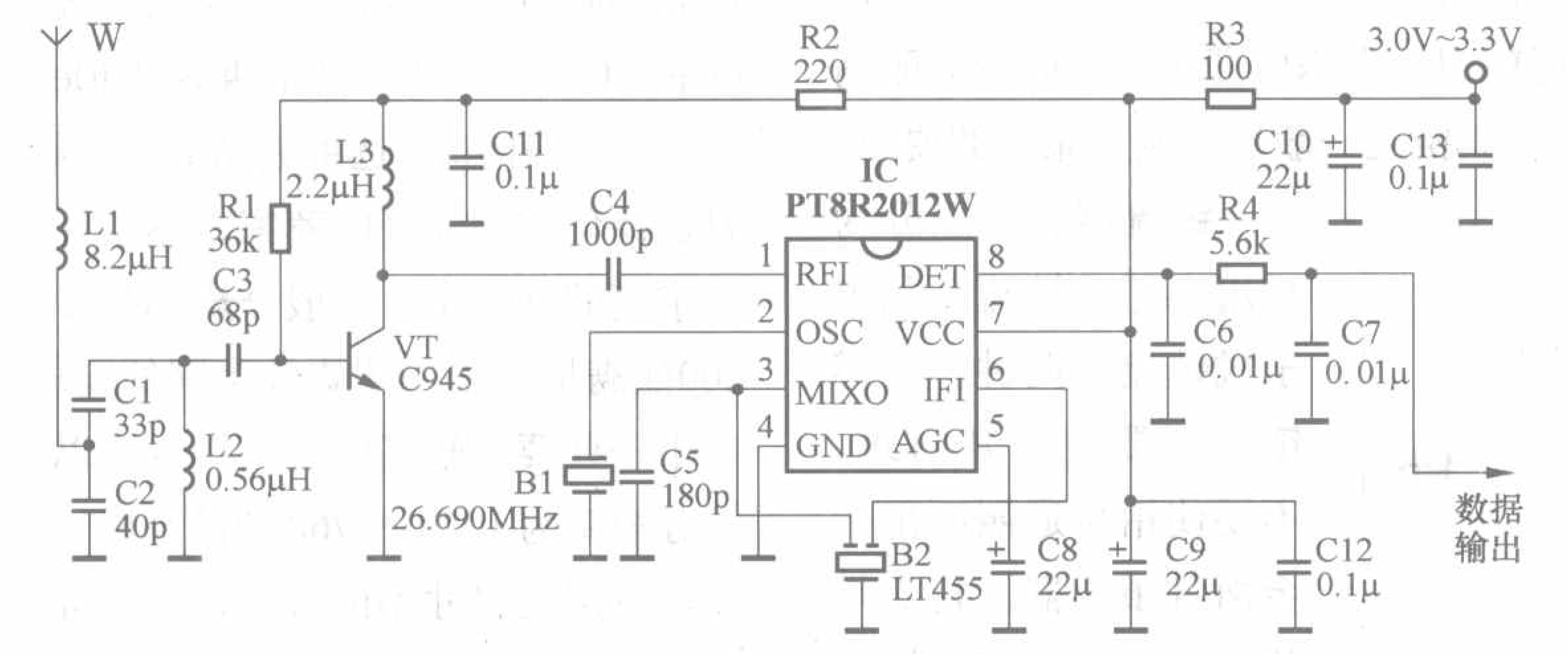


图5

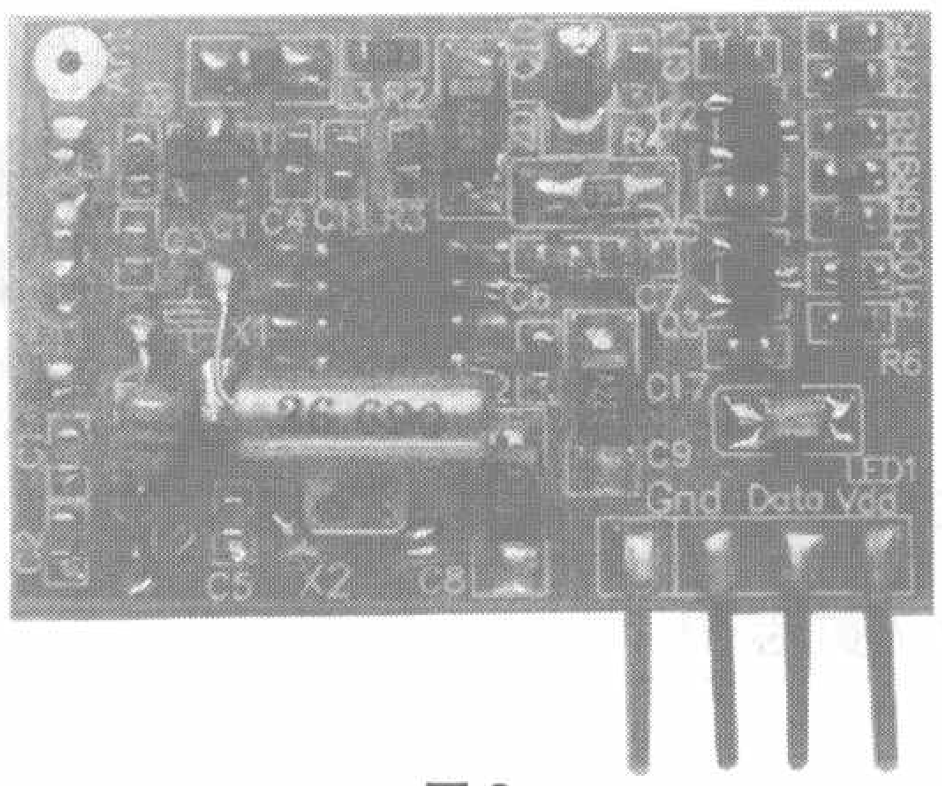
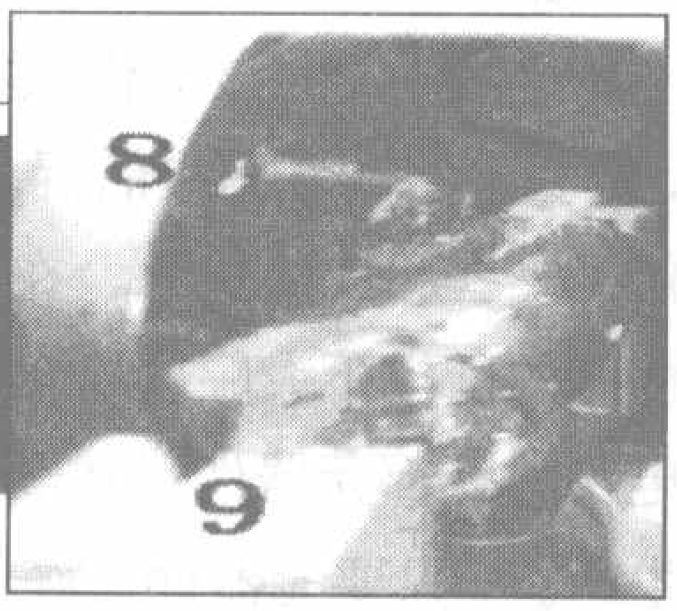


图6

由PT8R2012W组成的一款现成产品的单元电路板如图6所示。该电路在数据输出端还附有处理电路，使得输出波形更加完美。

PT8R2012W提供了一条新颖的路径来解决AM接收器长期存在的问题，但是，正如“手工打造多为精品”的道理一样，该电路为达到免调整及最简化外围电路的目的所采用的一系列措施，始终对整机性能有一定影响。例如，宽带高频输入电路可能易受其他频率强信号阻塞等。如何取舍，还有赖厂家和相关应用人员不断研究，毕竟它的“更简单，更易用”的目标代表了电子产品的发展方向。

家庭实用投影机的制作方法



文/黄志明

目前网上和其他报刊将家用投影机炒得沸沸扬扬，也吸引了不少爱好者的眼球，在此本人谈谈自已实际的制作经历供大家参考。

工作原理

目前适合自制的投影机大都采用直投式，特点是调整容易，成本低，技术较成熟，结构和原理如图1所示。

它采用高强度光源，经反光碗反射后，再由聚焦镜聚焦，隔热玻璃隔热，然后透过液晶板通过镜头成像，为了保证光线的最佳利用和投影的效果，液晶屏的两面均加有菲涅尔透镜。

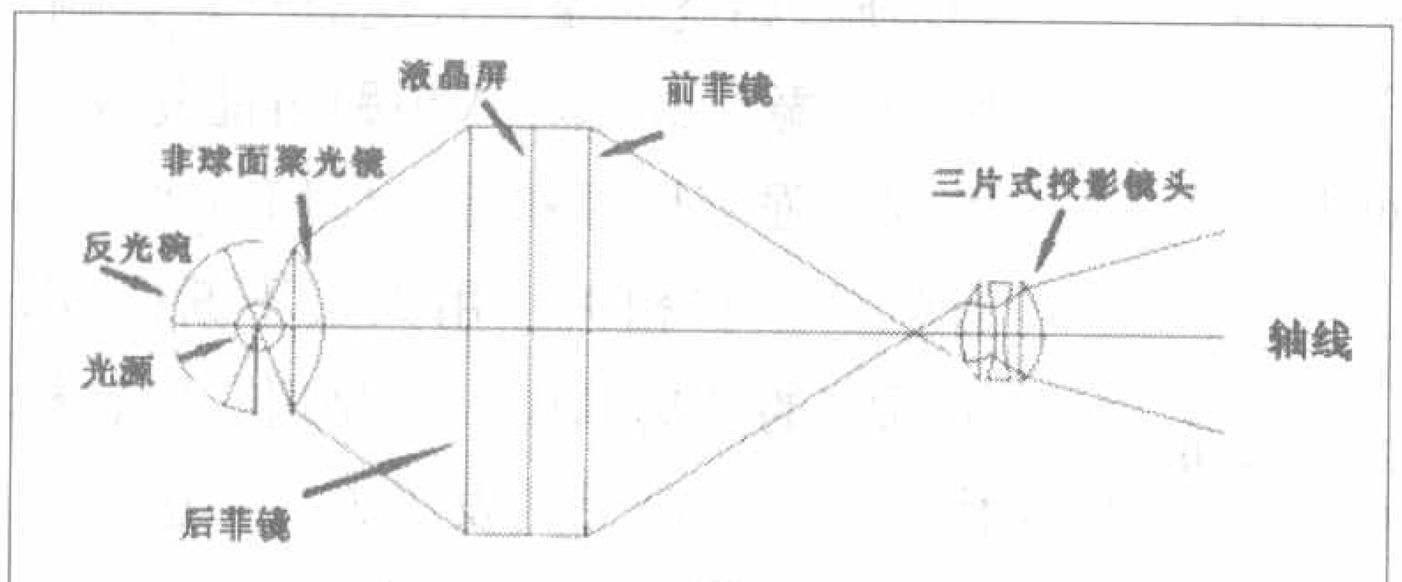


图1

各部件作用及选购注意事项

光源：目前供业余选择的光源种类较多，主要有以下几种：(1) LED光源，特点是耗电省，发热量小，但是亮度不足，投影对遮光条件要求很高。(2) UHP灯，该灯的显色性和色温均能满足自制投影机的要求，但是一支质量较好的UHP灯却价格不菲，寿命也较短，特别是目前部分商家以次充好，大家在购买这种灯的时候更应注意。(3) 车用氙气灯，该灯各方面性能和指标均不错，但其价格较高，可根据个人情况灵活选择。(4) 金卤灯，该灯是目前业余爱好者使用最为广泛的一种光源，特点是显色性比较好，寿命较长，可达几千小时。该灯发热量比较大，主要用于照明，不属于点光源，但其价格的优势使它得到了广泛的应用。在使用此类灯作光源时应尽量挑选色温和显色性较高的金卤灯，飞利浦和欧司朗的灯在这方面的表现不错，色温一般选5200K左右比较合适。如果投出来的效果偏黄说明色温偏低，偏蓝则色温过高。显色性主要看红色的还原程度，如果是暗红，说明显色性不佳。灯的功率不宜选得过大，否则产生大量的热量不容易控制，以不超过250W为宜，图2为常用光源的外形图。

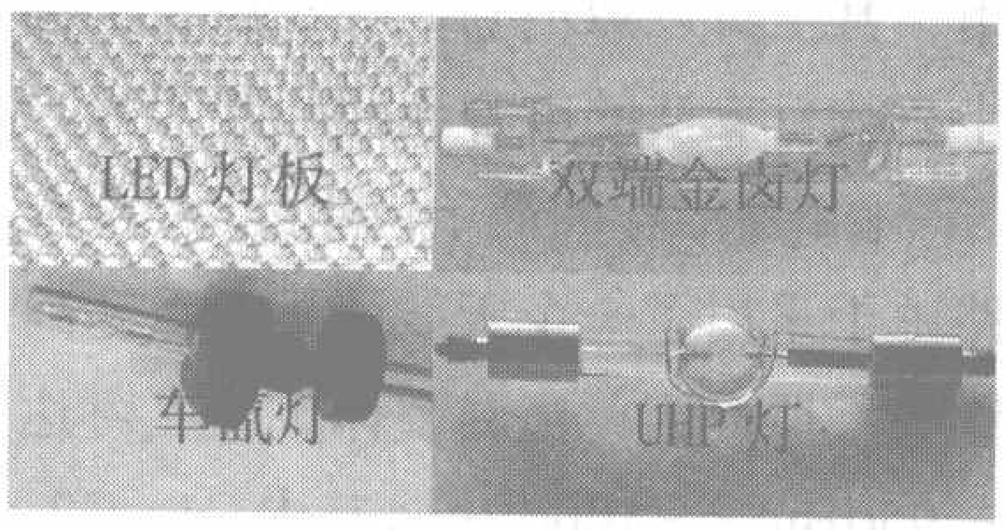


图2

反光碗：目前商家提供的反光碗质量不是很好，在长期高温作用下容易掉膜，降低了光的利用率。业余爱好者可采用新的不锈钢小饭碗来代替，用锉刀锉掉边缘，然后取下内层，再用剪刀适当修剪即可。既廉价又耐高温，其锥度一般均能满足聚焦的要求。

镇流器：一般分为常用电感式镇流器和电子式镇流器两种。电感镇流器要使用开启式，不要使用普通照明用的金卤灯镇流器。特点是价格较低，稳定性较高，

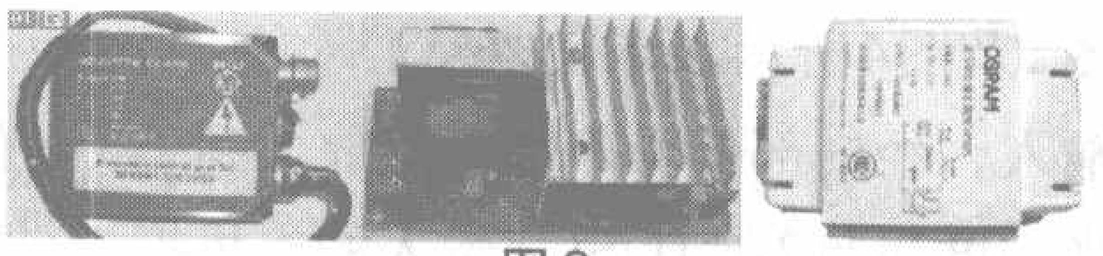


图3

但体积大，较笨重，在启动时有较大的噪声。电子镇流器体积小，重量轻，无噪声，是目前自制投影机的主流，但价格稍高，技术不是很成熟，随着产品的性能提高，将逐步取代电感式镇流器，常见的产品外形见图3。

聚焦镜：其作用是将杂散的强光聚焦为能涵盖液晶屏的光斑，以大幅度提高投影影像的亮度。焦距的大小可根据屏的尺寸配套选择。

隔热玻璃：主要用来防止红外线灼伤液晶屏，要选用透光性较好的那种。业余条件下也可选用微波炉或消毒柜的门玻璃，要求要有较高的透光率，如果散热设计合理，则完全可以不用。

液晶屏：液晶屏为投影机中价格最高的部件，主要由液晶片和驱动板构成，也可用二手液晶显示器的屏来代替，但要另配驱动板，目前各种驱动板比较多，一般均能满足制作投影机的要求。主要有单VGA、3合1、4合1等几种。所谓4合1，是指除了接电脑的VGA接口外，还提供S-Video、AV、TV等接口。选用液晶屏的时候，要选择信誉比较好的商家，不要片面追求高的分辨率，一般分辨率800×600能满足看DVD电影和上网的要求。对于一些要求较高的玩家，也可以采用分辨率为1024×768的液晶屏，但要注意屏的尺寸不能过大，因为屏的尺寸直接决定自制投影机机箱的体积。

菲涅尔镜片：又称菲镜、罗纹镜，聚乙烯材料制造，由两片组成。镜片表面刻录了一圈圈由小到大的等距同心圆，剖面呈锯齿状。主要参数有光通量、同心度、均匀性、焦距等。一般根据液晶屏的尺寸配套使用，屏的两面各一块，其作用是把各个不同方向的光线平行射向液晶屏，改善光的利用率和均匀性。屏前的一块菲镜兼有投影画面几何校正的作用，即梯形校正，用来满足不同投影角度的要求。

投影镜头：一般采用三片变焦的标准镜头，其参数主要有光圈f值和焦距F值。焦距决定了投影机的尺寸和投影机与屏幕的距离，焦距越短，投影机与屏幕的距离就越近，反之就越远。如果要想在短距离内投射较大画面则需要选择短焦镜头，否则要选用长焦镜头。一般自制投影机液晶屏的大小也是决定焦距的一个因素，大都采用标准镜头。

机箱的选择与自制：业余爱好者自制机箱的难度较大，外观也不够精制，推荐的方法是采用成品电脑机箱改制。目前市场各种规格的电脑机箱比较齐全，选择机箱时主要是考虑机箱的平面高度要大于屏的高度，再根据机箱的长度决定是采用直投式还是反射式。较好的方法是先在桌面上摆好套件的实物，再决定机箱的尺寸。

散热系统：主要由两个散热风扇和延时电路组成，一个风扇用于抽出灯室的高温，另一个风扇用来吹走液晶屏表面的温度。灯室的抽风扇最好采用滚珠型耐高温风扇，屏扇则可采用普通的电脑机箱的电源风扇。风道可根据机箱灵活设计，延时电路是保证投影机断电后使风扇继续维持5分钟左右的运行时间，使机箱充分的散热，防止余热烤坏机件和液晶屏。图4是自已制作的延时电路，供大家制作时参考。

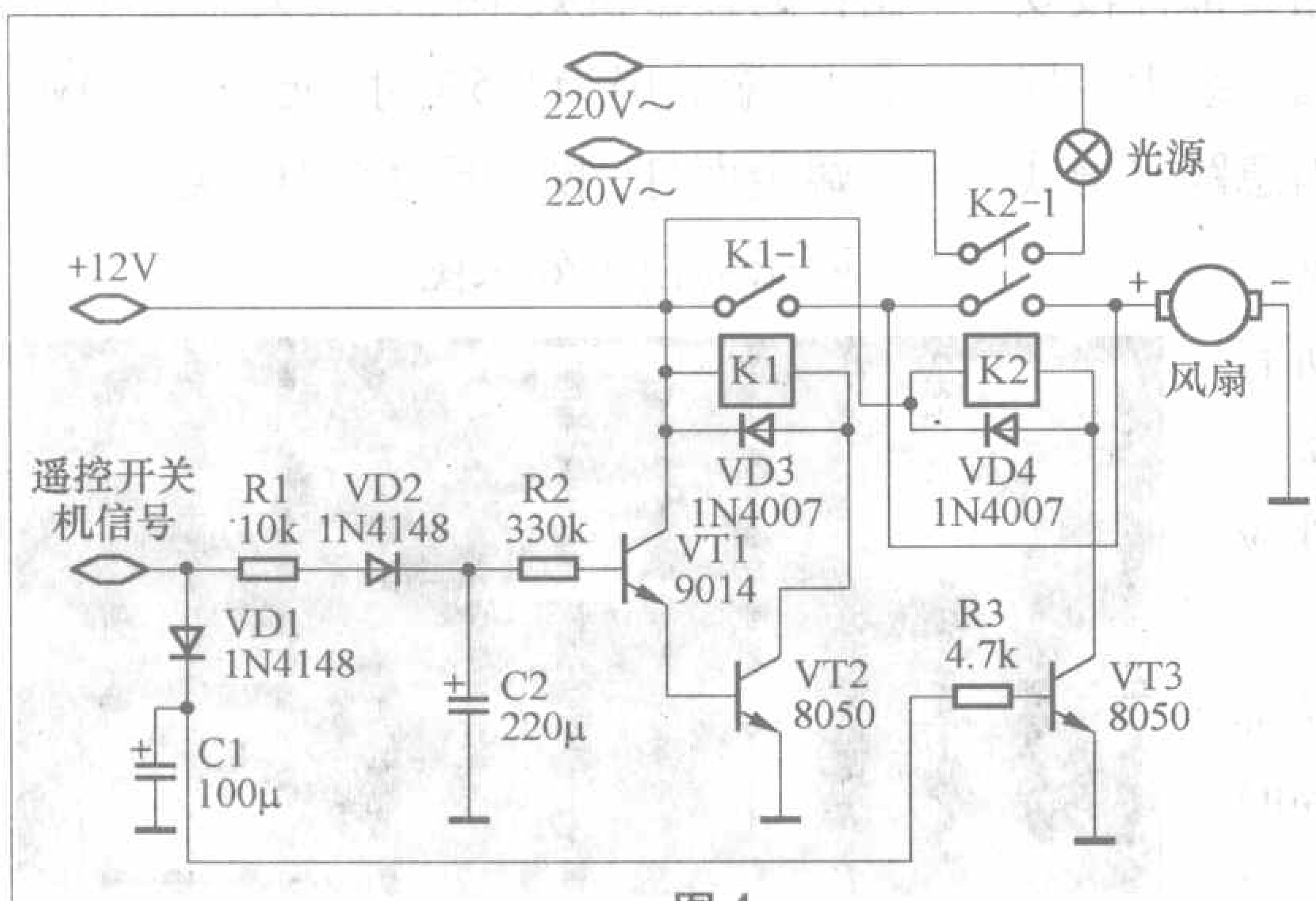


图4

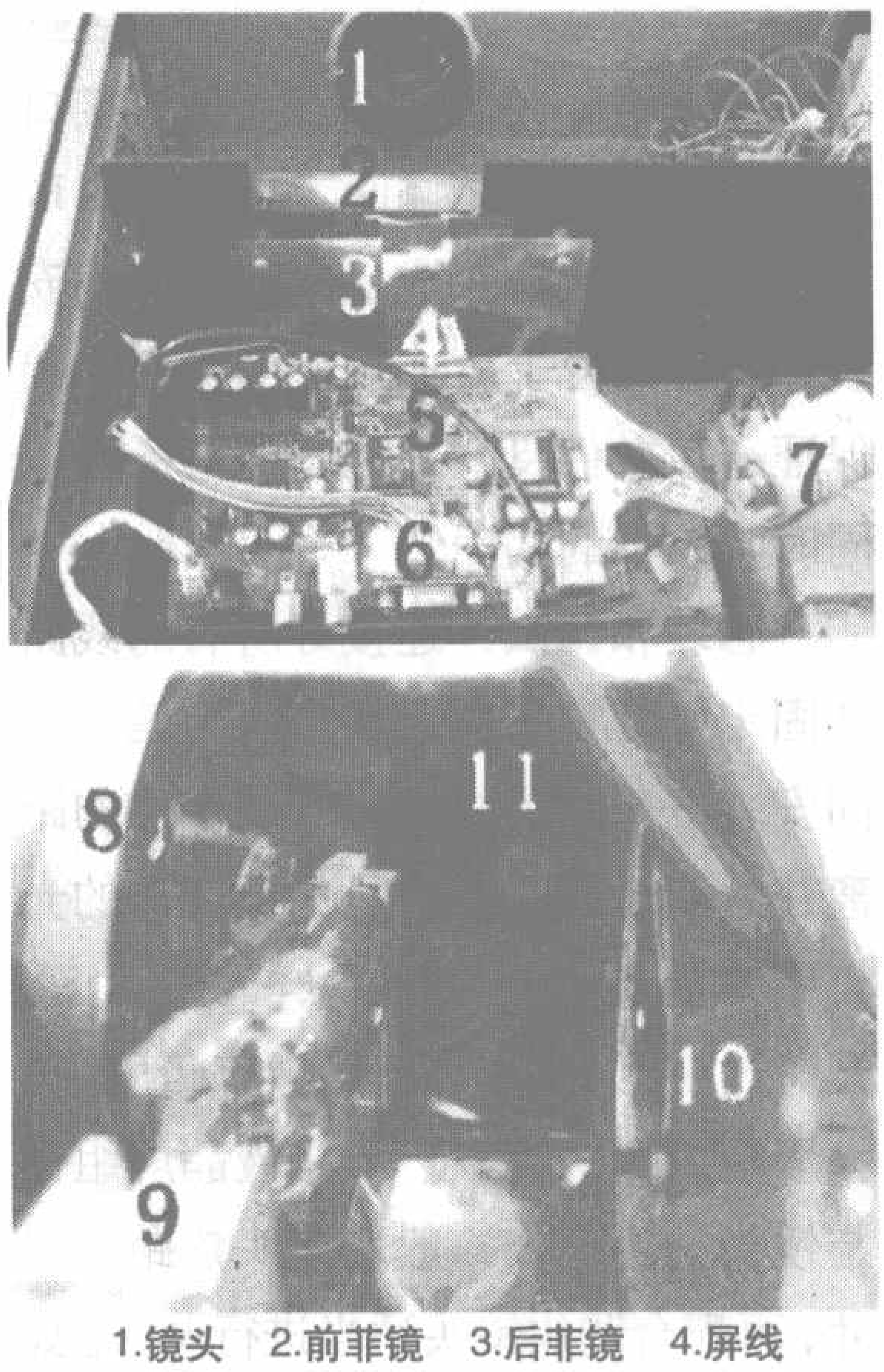
部件安装方法

灯室：灯室的主要作用是固定反光碗、光源和聚焦镜，而且要保证三者的中心在一条轴线上。设计时要兼顾抽风扇便于抽风散热，并尽量想办法减少漏光，以免光线透过机箱散热孔影响观看效果。材料可以就地取材，如装潢用的10cm×10cm的管形铝材、方形不锈钢饭盒等，都是制作灯室的好材料。先用圆规画好反光碗和聚焦镜的安装孔，再用小电钻沿圆周打孔，孔打好后用小斜口钳剪下不需要的部分，再用半圆锉刀修整，最后把光源固定在反光碗和聚焦镜中间，光源的中心要对准轴线，并尽量靠近反光碗，以取得较好的聚焦效果。如果要用隔热玻璃，可以用支架固定在灯室的外面即聚焦镜的正前方。

屏的安装方法：先是做好屏框，屏框的作用是固定液晶屏和前后两片菲镜，屏框可用环氧树脂板做(即敷铜板的基板，电工材料商店有售)，也可以用其他不易变形的板材(如五夹板)。屏框材料如果为半透明，则应在正反面涂上一层黑油漆。下料时要注意屏框的尺寸，内框的尺寸刚好为液晶屏的显示面积。外框要保证屏框将灯室的光线完全隔离，只让灯室的光线透过液晶屏，否则漏光通过镜头会反映在幕上，影响观看效果。安装时还要保证液晶屏的中心与灯室在同一条轴线上，并打好固定菲镜的安装孔，然后再在屏框的四周贴上装修用的双面泡沫胶带，小心将去掉背光板和保护膜的液晶屏粘上即可。贴屏时注意上下左右要反装，否则投出来的影像是反的。如果驱动板有图像反转功能则该步可以忽略。最后安装菲镜，将后菲镜螺纹面向液晶屏，四角用长螺杆固定在屏框上，距屏1cm左右即可。再在液晶片的前方将前菲镜安装在长螺杆上，同样菲镜螺纹向内，距屏1cm左右，前菲镜为活动式，以便于作梯形校正。

镜头的安装：采用制作灯室的方法在机箱前方开好镜头安装孔，也要保证镜头中心在同一条轴线上。

其他部件的安装：在机箱的空余位置安装镇流器、延时保护电路、低压供电电源和驱动板，尽量远离热源，特别要注意驱动板的安装位置要便于信号线与液晶屏连接，一般屏线较短，也很脆弱，安装时要特别小心！最好



1.镜头 2.前菲镜 3.后菲镜 4.屏线 5.驱动板 6.VGA延长线 7.镇流器 8.反光碗 9.光源 10.聚焦镜 11.灯室风扇

图5

自制家用厨房定时提醒器

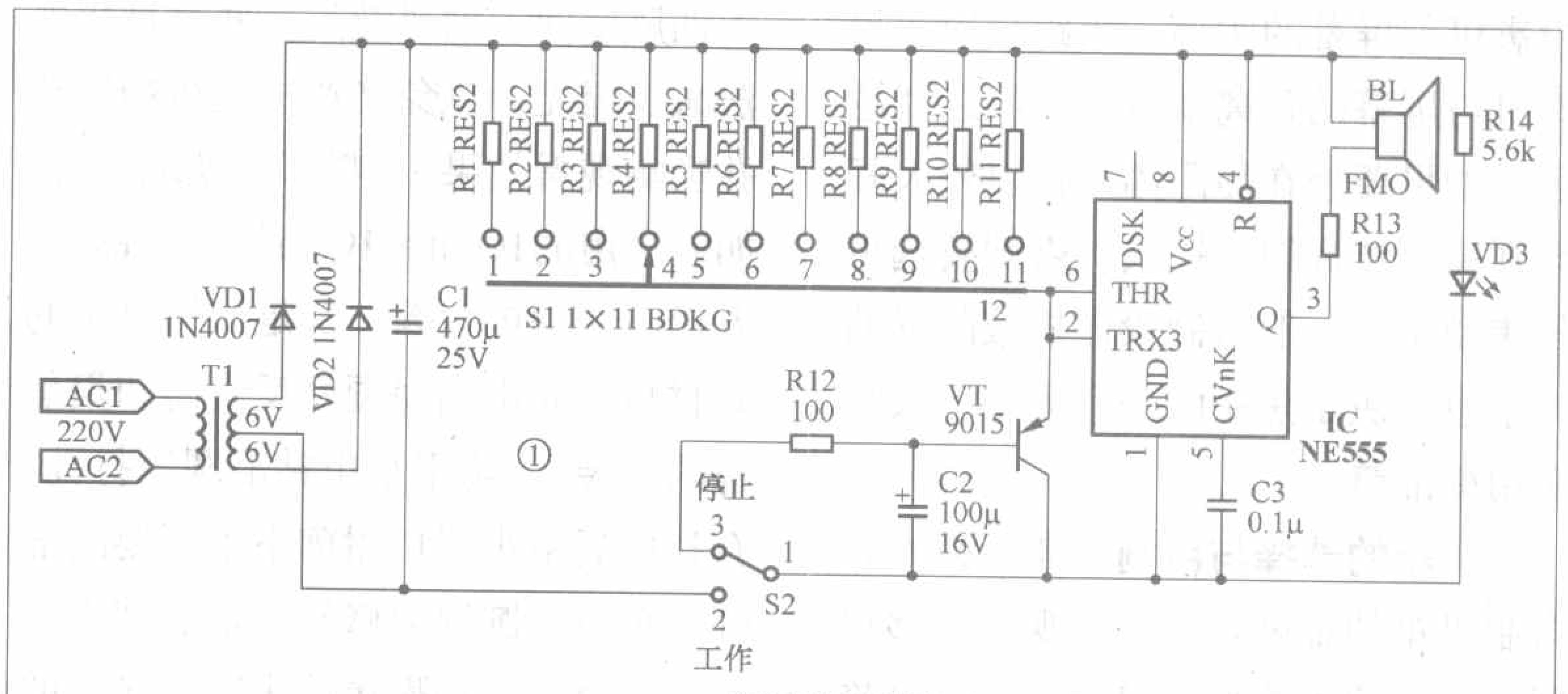
文/张晓光

1.电路构成及工作原理

电路原理如图1所示。

（1）电路构成：T1为AC 220V/6V+6V电源变压器，其双6V输出电压经VD1、VD2全波整流，C1滤波后为整机供电。IC为 NE555时基电路，R1～R11为定时网络电阻，VT在这里笔者暂且称其为“电容倍增管”，C2为定时电容。它们共同构成了“单稳态”定时电路。S1为1×11(一刀十一位波段转换开关)定时时间选择开关，本定时器定时时间分别设定为：3、5、8、10、12、15、18、20、25、30、35分钟，可满足家庭烹饪的一般要求。S2为1×2（一刀二位拨动开关）定时器工作/停止转换开关。BL为有源蜂鸣器、R13为蜂鸣器限流电阻。R14与VD3共同构成了工作指示灯。C3是防干扰电容（可不用），R12为定时电容放电电阻。

（2）工作原理：220V交流市电经T1降压、VD1、VD2全波整流，C1滤波后为定时器提供约为7.5V的待机直流工作电压。在待机状态下S2掷在“停止”的位置，其动触点1与定触点3接通，由图中可以看出，S2的1→3→R12→C2并联上VT的bc结→1构成了一个闭合回路，在此状态下C2处于放电状态，也即让定时电容C2在每次定时工作前处于“零电荷”的状态，确保C2能从零电荷开始充电，以保证定时器的定时准确性和良好的重复性。当定时器开关S2掷向工作状态时，开关S2的动触点1与定触点2接通，工作指示灯VD3点亮，指示定时器工作开始，同



家用厨房定时器

图1

的方法是将VGA、AV、S端子等接口用延长线引至机箱侧面，VGA接口可取自旧显卡或购买成品。抽热风扇安装在灯室的正上方或灯室的侧面，要保证通风条件良好，屏扇保证冷风能同时吹向屏的两面。

总装和调试：连接好所有的线路并固定好灯室，然后在灯室与镜头之间安装好液晶屏组件，安装定位的距离注意两个方面：一是保证聚焦的光斑刚好能覆盖整个液晶屏的显示区，光斑过小，则投出来的影像有暗角，过大影响成像的亮度；二是液晶屏组件与镜头的距离，一般取镜头焦距的尺寸，再配合调焦镜头适当进行调整。如果投出的影像亮度不均匀，则要调整聚焦镜与光源的距离。

结构安装图见图5。

安装和调试过程中的注意事项

（1）不要用手触及光学部件，有灰尘只能用无尘的软毛刷或高压气体去尘。

（2）液晶屏为整个部件中最为脆弱和贵重的部分，其他相关部件没安装好之前不要轻易把液晶屏装上。屏线也很细，很多爱好者因急躁将屏线弄断造成整个液晶屏报废。

（3）安装时要保证所有的光学部件都处在同一条贯穿轴线上，且各光学部件应与轴线垂直。

（4）根据灯室和液晶屏的位置装好散热风扇，同时做好防尘和漏光处理，这是保证投影机长时间稳定工作的重要条件。

（5）制作完成后要在使用的过程中不断地去发现问题并作适当的处理，这样才能提高自己的动手能力，使自制的投影机达到最佳效果。图6为自己制作的投影机效果图，供大家制作时参考。液晶屏为3.5英寸，光源为150W双端金卤灯，投影尺寸为100英寸，其中两张为白天效果图。

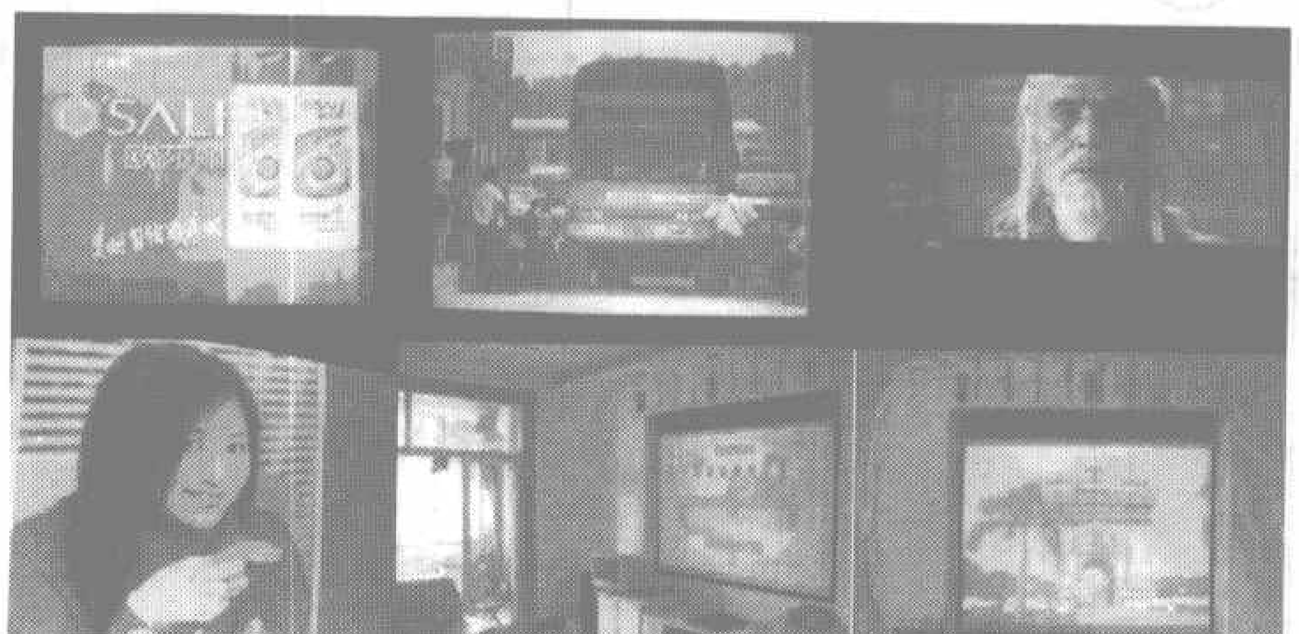


图6

时NE555进入单稳态工作状态。NE555的3脚输出“高、低”电平状态是由其2脚和6脚的电压$V_{2、6}$高低决定的。在本电路中，若$V_{2、6}$低于$1/3V_{cc}$时，3脚输出高电平；$V_{2、6}$高于$2/3V_{CC}$时，3脚输出低电平。从图中可以看出：在S2掷向“工作”位的瞬间，由电路中的两个不能“突变”可知，C2两端电压均为0V，故VT的b与c极同电位，VT处于导通状态，此时VT的e、c两端电阻很小，暂且称该电阻为R_{ec}，又由定时网路电阻R1～R11与R_{ec}分压计算公式可得，NE555的$V_{2、6}=V_{cc}\times R_{ec}/\{(R1\sim R11)+R_{ec}\}<V_{cc}/3$，NE555的3脚输出高电平，该电平电压近似等于($V_{CC}-0.3V$)电源电压，蜂鸣器BL两端电压低于其工作电压，故其不发声。随着时间的推移，C2两端充电电压逐渐升高，导致VT的R_{ec}也不断地增大，从而引起NE555的$V_{2、6}$电压的升高，当$V_{2、6}>2/3V_{cc}$时，IC翻转，其3脚输出低电平，蜂鸣器发声、报警。本电路的特点在于，电路中只用了一个较小容量的电解电容器就能达到较长的定时时间，其原理就在于C2与VT的组合充电电路。在该电路中C2的容量相当于被VT放大了“β倍”；或者说它们是一个$C2\times\beta$倍容量的大电解电容。由晶体管放大原理可知：晶体管的集电极电流I_c等于β（β为晶体管的放大倍数）倍的基极电流I_b，数学表达式为$I_c=\beta\times I_b$，变换后$I_b=I_c/\beta$，由于C2接在VT的基极回路中，所以其充电电流为集电极回路电流的1/β倍，也即相当于R1～R11回路中电流的1/β，最终延缓了充电时间，也即延长了定时器的定时时间。由NE555时基电路构成的单稳态电路的定时时间计算式：$T=0.693\times R\times C$可推出本单稳态电路定时时间的计算式$T=0.693\times(R1\sim R11)\times C2\times\beta$。式中各量值单位分别为：$T$为s（秒）；$R$为Ω（欧姆）；$C$为F（法拉）。

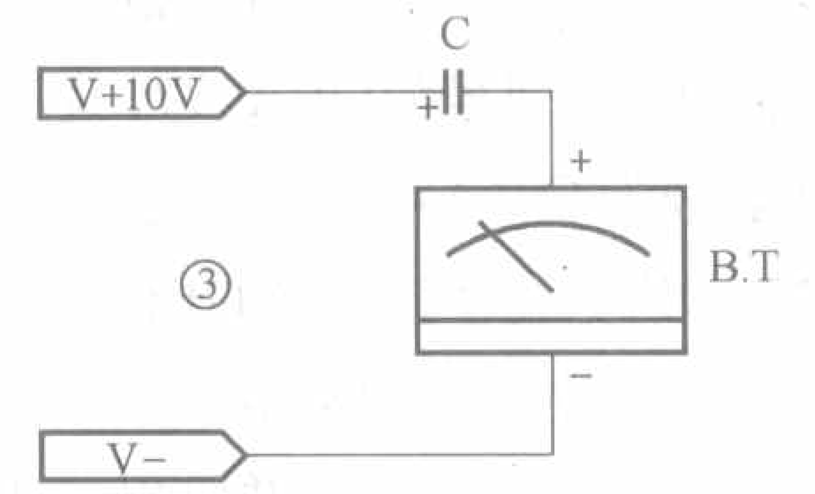
2.定时时间的设计与计算

由理论和实践可知，由于晶体管存在饱和截止状态，故其放大倍数β是一个条件变量，也就是说晶体管工作时的I_b不同，它的β值也不相同。例如笔者分别用DT9201数字万用表、FM79指针式万用表、JL295－3型晶体管测试仪分别测试同一只9012晶体管，测出的放大倍数β分别为214、150、180。本电路制作中无需准确知道晶体管的β值和C2准确的电容值，一切由试验测定后再反算得出更符合实际制作情况。举例如下：笔者制作的电路中C2用的是标称容量为47μF/50V的普通电解电容器，晶体管用的是9012，为测出$C2\times\beta$的量值，定时电阻R1～R11暂时用了一只120kΩ的电阻替代。用电子手表做秒计时，将S2掷到工作状态的同时，启动秒表，结果计时到了18分22秒报警。将120kΩ定时电阻代入上述定时时间计算公式$T=0.693\times120\times10^3\times C2\times\beta$，可以算出：$C2\times\beta=(18\times60+22)/0.693\times120\times10^3=1.3251\times10^{-2}$(F)，再由$C2\times\beta$值可以算出我们需要的各个定时时间段所需用的定时电阻的阻值。笔者按上述定时时间做的定时器的定时电阻R1～R11的阻值分别为：20k、33k、51k、(51＋15)k、(75＋3.3)k、100k、(100＋18)k、130k、160k、(150+47)k、(200＋27)k，可供读者参考。

3.元器件选择与老化处理

(1)元器件的选择：电路中T可用3W普通双6V电源变压器，555时基电路可代换的型号较多，任选一种均可，电阻最好用1/8W金属膜电阻，定时器工作较稳定，避免冬、夏季节温差影响定时精度。定时时间选择开关S1可用市售普通1×11旋转开关，工作开关S2可用1×2钮子开关或拨动开关。定时电解电容C2选择很重要，一定要选择漏电小的电解电容。漏电大的电解电容不能胜任本定时器工作。

(2)电解电容的老化处理(见图2)：做定时用的电解电容器在上机前一定要做老化处理，方法是将电解电容器接在同等标称耐压的直流电源上通电48小时以上，然后测其漏电流，漏电流越小越好。在通电老化的过程中电解不得超过其标称温升，不得发生漏液、外皮收缩及铝壳爆裂等异常现象。



电解电容漏电测试

图2

4.制作与调试

电路板图如图3所示：焊接元器件时一定要注意有极性元器件的安装方向。按图3焊好元器件即可通电测试，若发生定时误差大的情况，可重新计算、调整定时网络电阻R1～R11的阻值，并以实际试验测试结果为准。整个电路板安装在一个尺寸大小合适的外壳内。

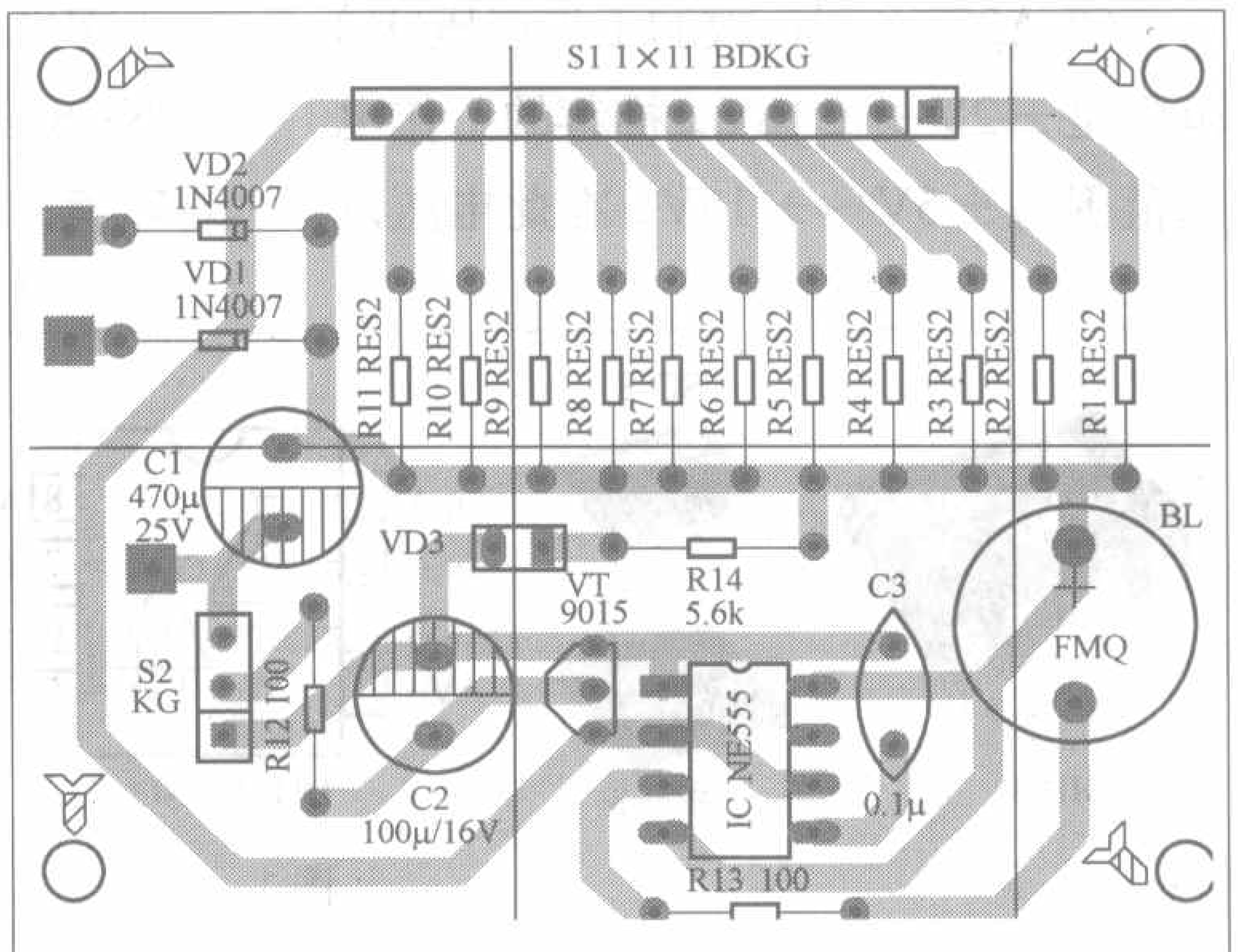
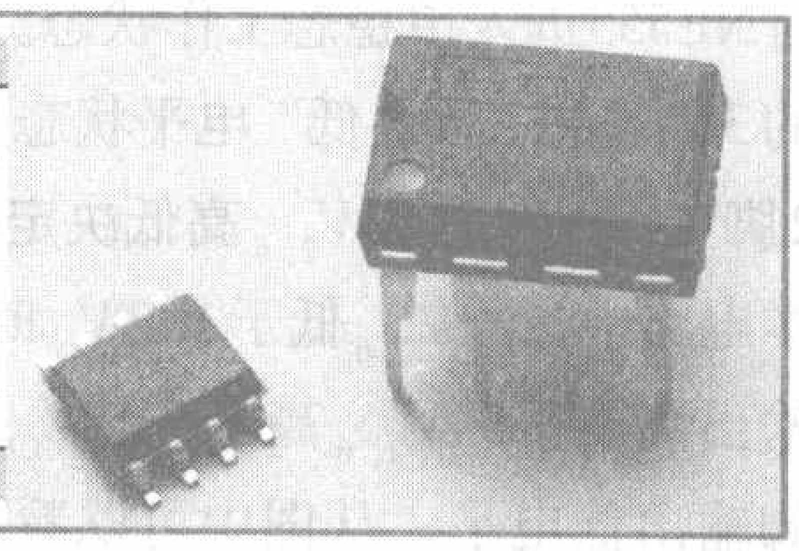


图3

OPA2277的特性及其应用



编者按： OPA2277是德州仪器旗下BB公司推出的一款高性能运算放大器，它拥有出色的性能指标，无论是在音频应用还是在工业生产中都会有它大展身手的机会。《无线电》杂志特此为读者准备了50片OPA2277样片（SO–8封装与DIP封装），希望读者能通过它来实现自己的设计要求。

文/吴红奎 吴红静

OPA2277是TI旗下BB公司推出的高精度运放OP277系列中的双通道品种，单通道型号为OPA277，还有四通道型号为OPA4277，是OP07、OP77、OP177系列运放的升级换代产品，改善了噪声、输出电压摆幅（峰值电压输出能力）特性并且以一半的静态电流提供了2倍的速度，其他特性还包括极低的输入失调电压、低输入偏置电流、高共模信号抑制比和电源抑制比、通道版本一致性（同系列单、双、四运放的技术特性一致）等。

OPA277系列运放的工作电压(V_S)范围是±2V～±18V，推荐的工作电压范围是±5V～±15V，在此电压范围内都具有优良的性能而不用担心适应性；这个系列运放的失调电压已经降到了理想的水平，通常不需要调零，不过单运放型号还是保留了调零引脚以应对特定情况下的应用；这个系列运放的多通道版本内部各放大器是完全相同并且是独立的，这能够提供良好串扰一致能力并降低相互之间的干扰，即使是过驱动或者过载也是如此。

附表 OPA2277P的典型技术参数（V_S=±5V～±15V，T_A=+25°C，R_L=2kΩ，f_{IN}=1kHz，工作温度范围：－40°C～＋85°C，有特别说明者除外）

参数	一般中文名称	单位	典型值	测试条件
V_{OS}	输入失调电压	μV	±10	V_S=±15V
DVos	（输入失调电压）温漂	μV/℃	±0.1	
PSRR	电源抑制比	dB	130	V_S=±2V～±18V
CMRR	共模信号抑制比	dB	140	V_S=±2V～±18V
e_n	输入电压噪声密度	nV/$\sqrt{Hz}$	8	f_{IN}=100Hz～10kHz
i_n	电流噪声密度	pA/$\sqrt{Hz}$	0.2	
I_B	输入偏置电流	nA	±0.5	
A_{OL}	开环增益	dB	134	
R_{ID}	开环输入电阻	MΩ	100	
GBW	增益带宽	MHz	1	
S_R	转换速率	V/μs	0.8	
t_s	建立时间	μs	14	G=1
THD+N	总谐波失真＋噪声	%	0.002	G=1

OPA2277有DIP–8，SO–8和DFN–8三种封装形式以适应多种安装环境，外形和引脚排布如图1所示，主要技术指标见附表。附表中这些数据对音频应用的影响可以参阅《运放，我们需要什么？》(《无线电》2007年第2期）一文，也可以查阅其他相关资料，在此不再赘述。

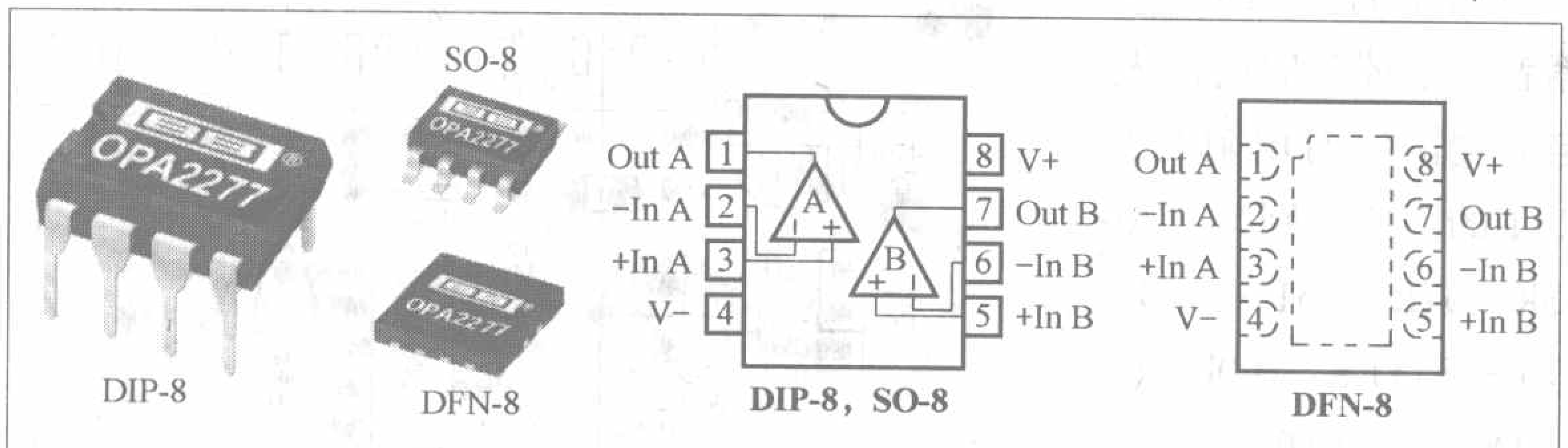


图1

图2和图3是OPA2277两种典型特性曲线图，更多的曲线图可以参阅OPA277系列运放的电子数据文档，最新的版本是SBOS079A。

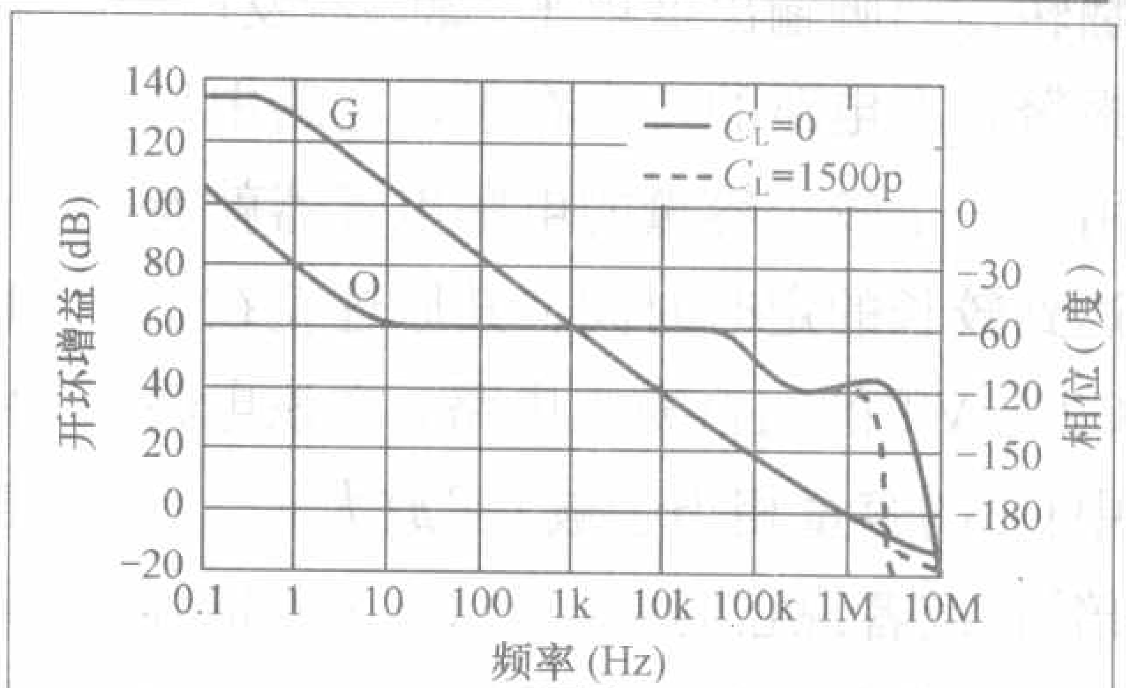


图2

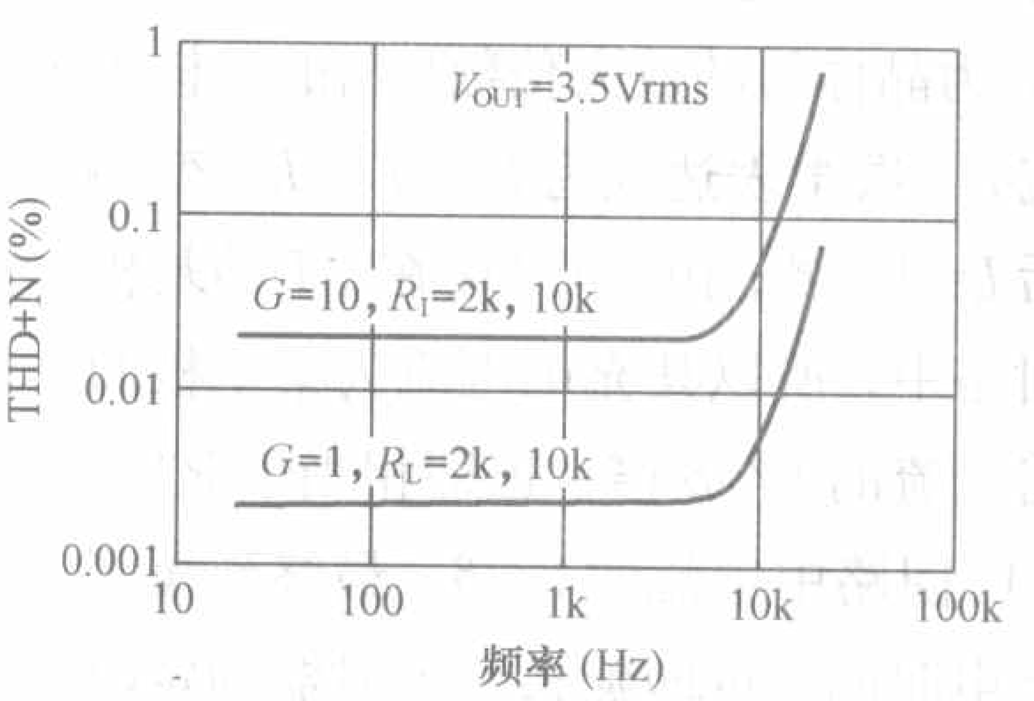
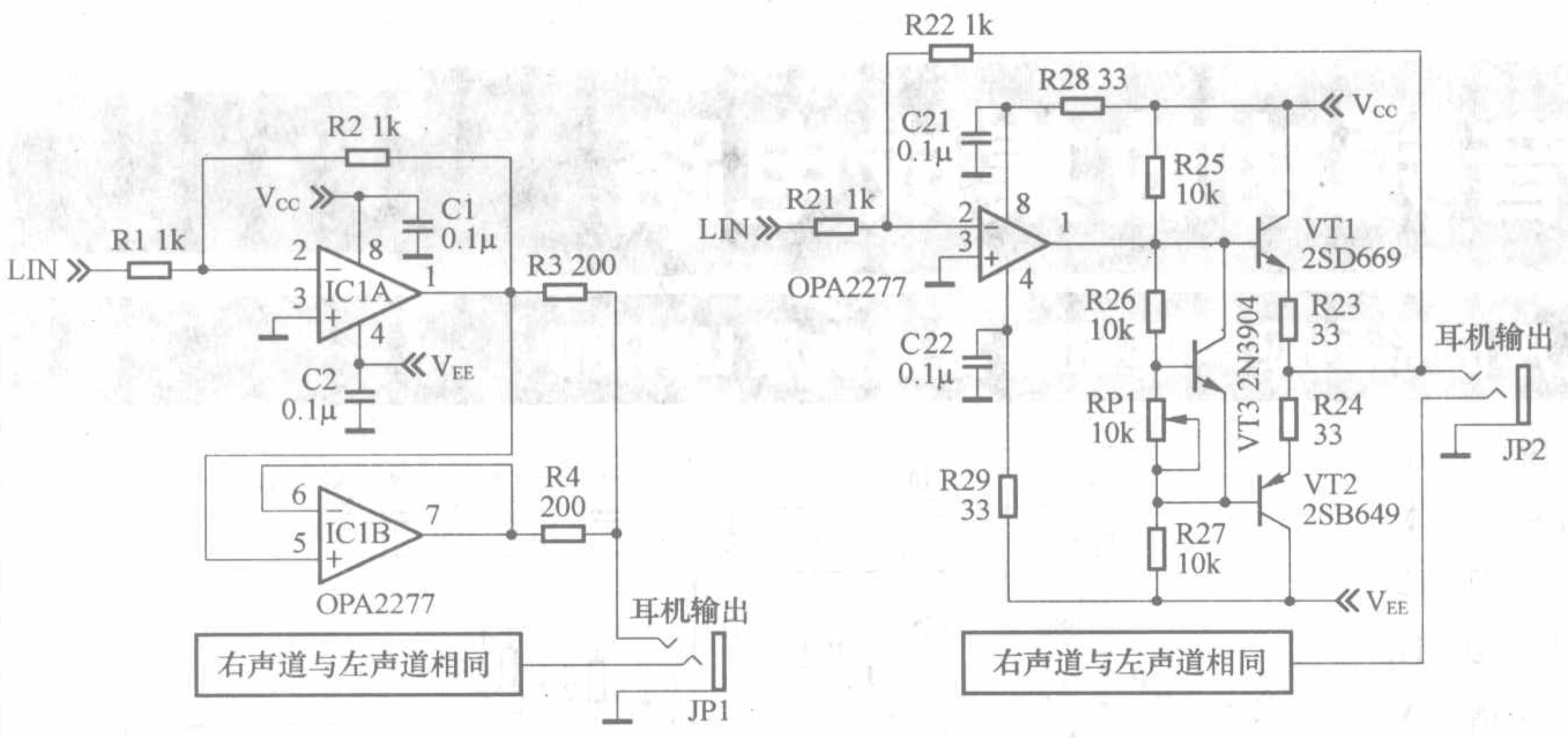


图3

OPA277系列运放的主要特点是低失调电压和温漂，这意味着这个系列的运放比较稳定而且精密度比较高，同时内含的增益稳定电路和宽电源电



(a) 图4 (b)

压范围能够在±5V～±15V电源电压范围内提供可以忽略的性能差异，这就意味着这个运放应该比较容易使用而不是有关报道中的难以驾驭。

从OPA277系列运放的开环输入电阻指标来推测，这个系列的运放应该属于J–FET（结型场效应管）输入型的运放，由于其GBW和S_R都比较低，直流和低频高精度应用应该是其强项，正如其电子数据文档推荐的那样，推荐应用于传感器(温度、压力等)放大器、电桥放大器以及仪器测量系统等。有报道说OPA2277应用于音频(如耳机放大器和线路放大器)，具备电子管那样的“胆味”，笔者认为称其为“场效应管”风格可能更确切些。因为这个系列的运放噪声指标控制得比较好，尽管其失真特性曲线的“拐点”在10kHz左右，因为具有极高的低失调电压、温漂以及低噪声（相对于J–FET输入型运放）特性，用于耳机放大和线路放大应该有不错的表现，不过笔者认为用于平衡、不平衡转换放大电路、直流伺服电路应该有更佳的表现，尤其是倍受发烧友推崇的恒流功放电路，搭配高素质的功放电路，集成的或者分立元件的，用OPA2277或者OPA277作直流伺服控制电路也不枉用了这颗价格不菲的高素质运放。

图4是OPA2277用于耳机放大器的两种应用原理图，关于线路放大、平衡转不平衡、不平衡转平衡、直流伺服控制电路的典型应用电路比较常见，在此不再画出，希望能够起到抛砖引玉的作用。具体的想法是：希望OPA2277的速度感和声场平衡特性能够不亚于NE5532，而其他方面的表现能够不亚于或者接近OPA2134、OPA2227、OPA2604。

图4(a)是OPA2277的并联用法，可以增加对耳机的驱动能力，也可以减少噪声和失真，驱动高阻耳机时可以适当减小R3和R4的阻值。如果输入信号的幅度不足，可以适当增加R2的阻值以提高电路的电压增益，不推荐超过2kΩ。电源推荐使用±12V，最高不要超过±15V，C1和C2应尽量靠近OPA2277的8脚和4脚，电源的主滤波电容采用470μF的即可。图4(a)组成双声道电路需要2片OPA2277，实际上也可以采用一片OPA4277组成双声道电路以减少电路的复杂性和占板面积，由于OPA277系列运放具有“不同通道版本性能一致”的特点，所以电路性能不会受到影响。

图4(b)是OPA2277作推动的用法，同样调节R22可以调节电路的电压增益，要求同上。由于采用了中功率音响对管做输出级，推动耳机的能力大大增强，如果要提高电路性能，可以将R28和R29换成有源电子滤波电路，不过由于OPA2277的PSRR比较高，可能效果不明显。调节RP1可以调节输出级的工作点从而改变输出级的工作状态，采用甲类放大当然可以获得比较好的声音表现。

图5是另一种耳放电路，源于功放电路，一些名机中也可以看到这种电路的影子。这种电路被称为反向射随器互补电路，电路变化的形式有很多，图5的特点是无大环路反馈，声音浑厚，低音有力，刚好可以配合耳机获得上佳的听感表现，稍加变形也可以用于推动扬声器的高素质功放。这种电路目前国内多家音响邮购商提供包括空板在内的套件，价格也不贵，所以推荐给希望用标准印制板的烧友来测试。图5中的运放可以有多种选择，如NE5532、OPA2134等，电源电压可以取±18V。

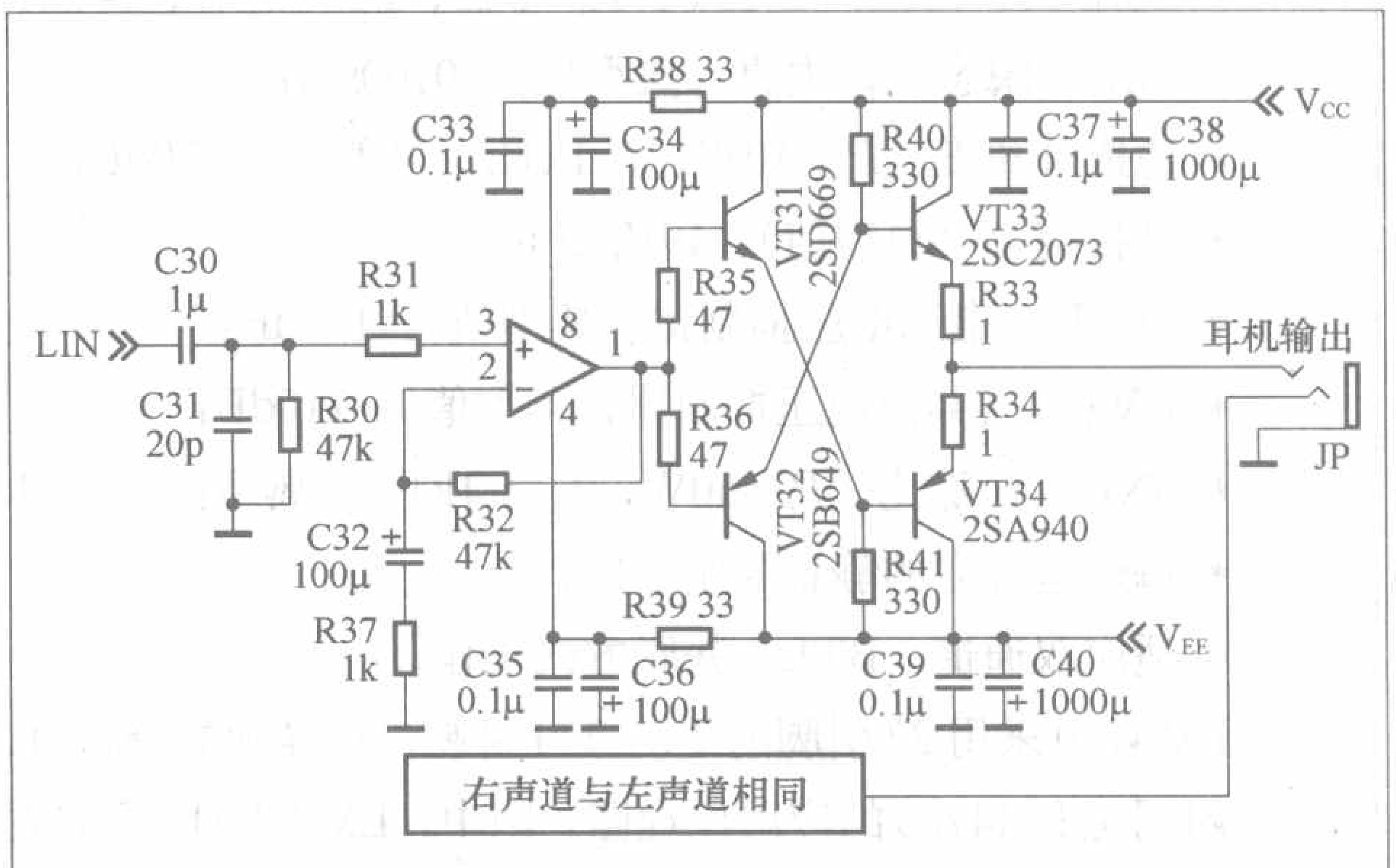


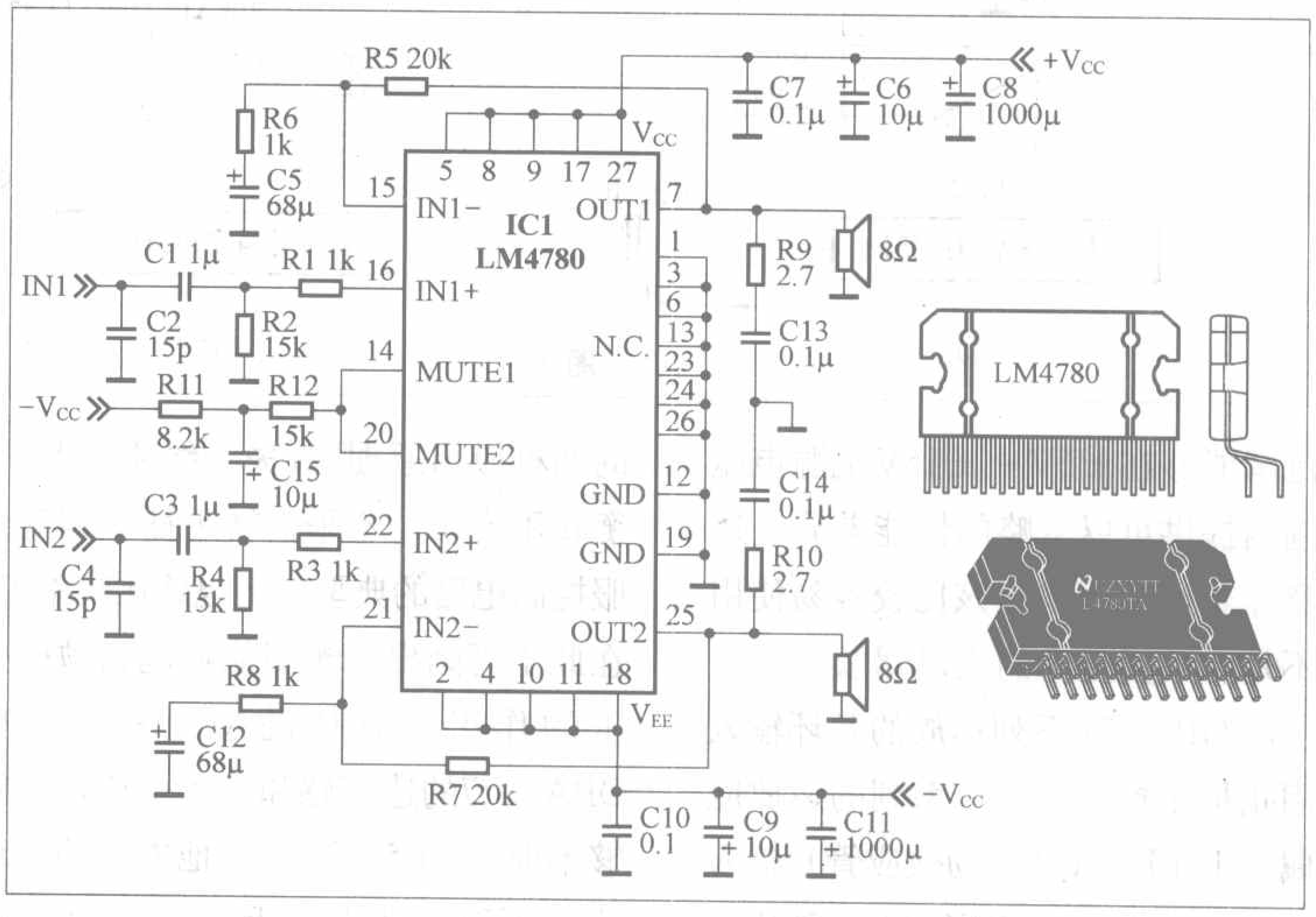
图5

新品速递

音频功放集成电路

序曲系列双声道60W集成功放LM4780

LM4780是NS(National Semiconductor Corporation，美国国家半导体，简称国半)推出的“Overture”系列高端双声道功放集成电路，在20Hz～20kHz音频范围内8Ω负载上输出每声道60W功率而THD+N(总谐波失真+噪声)不大于0.5%，内含NS专有的SPiKe（意为“坚固”）峰值温度保护技术，实现优化的动态SOA保护（Safe Operating Area，安全工作区，主要指功率输出级），适合组合音响、分体功放、高保真电视等应用，主要技术特性包括：



* 工作电压范围：±9V～±42V，附加中点电位电路也可以采用单电源供电；
* 输出功率（V_{CC}= ± 35V，R_L=8Ω，THD+N ≤ 0.5%)：60W × 2；
* THD+N（V_{CC}= ± 35V，R_L=8Ω，P_O= 30W，f=20Hz～20kHz，A_V= 26dB，典型值)：0.03%；
* IMD（瞬态互调失真，典型值)：0.009%；
* 通道分离度（P_O=10W，f=1kHz，典型值)：70dB；
* 转换速率（典型值)：19V/μs；
* PSRR（电源电压抑制比，典型值)：105dB；
* CMRR（共模电压抑制比，典型值)：110dB；
* SNR（信噪比，P_O=50W，f_{IN} =1kHz，典型值)：114dB；
* 每通道独立的静音控制功能；
* 适应双通道、BTL、并联方式工作。

LM4780采用27引脚的TO-220封装，更详细的资料可以参考生产商提供的电子数据文档。

附图是LM4780的应用原理图。图中，LM4780电压增益由*R5*和*R6*决定，为了保证放大器的稳定，其增益一般不能小于10V/V，也不能高于50V/V，否则放大器的噪声和失真将增加，其增益计算公式是：$A_V=1+R5/R6$，单位是V/V。一般*R6*的取值为1kΩ，也就是说*R5*的取值应该在10kΩ～39kΩ之间比较合适。

Boomer系列双工作模式音频功放集成电路LM4950

LM4950是NS（National Semiconductor Corporation，美国国家半导体，简称国半）推出的“Boomer”系列音频功放中双声道/BTL双工作模式功放，主要为平板显示器、平板电视机以及电脑声卡等对印制板空间受限而又要求高品质音频的应用要求设计，单电源供电，无需自举电容和输出补偿电路，无开关机冲击声，增益可调，带有使能控制端子，集成过热关断保护和短路保护功能，其主要技术特性包括：

* 工作电压：最大18V，典型工作电压12V；
* 输出功率（V_{CC}=12V，THD+N ≤ 1%)：3.1W × 2（R_L=4Ω）或者6.5W × 1（R_L=8Ω)；

* THD+N（V_{CC}=12V，R_L=4Ω，P_O=2W × 2，f=1kHz，A_V=10V/V，典型值）：0.14%；

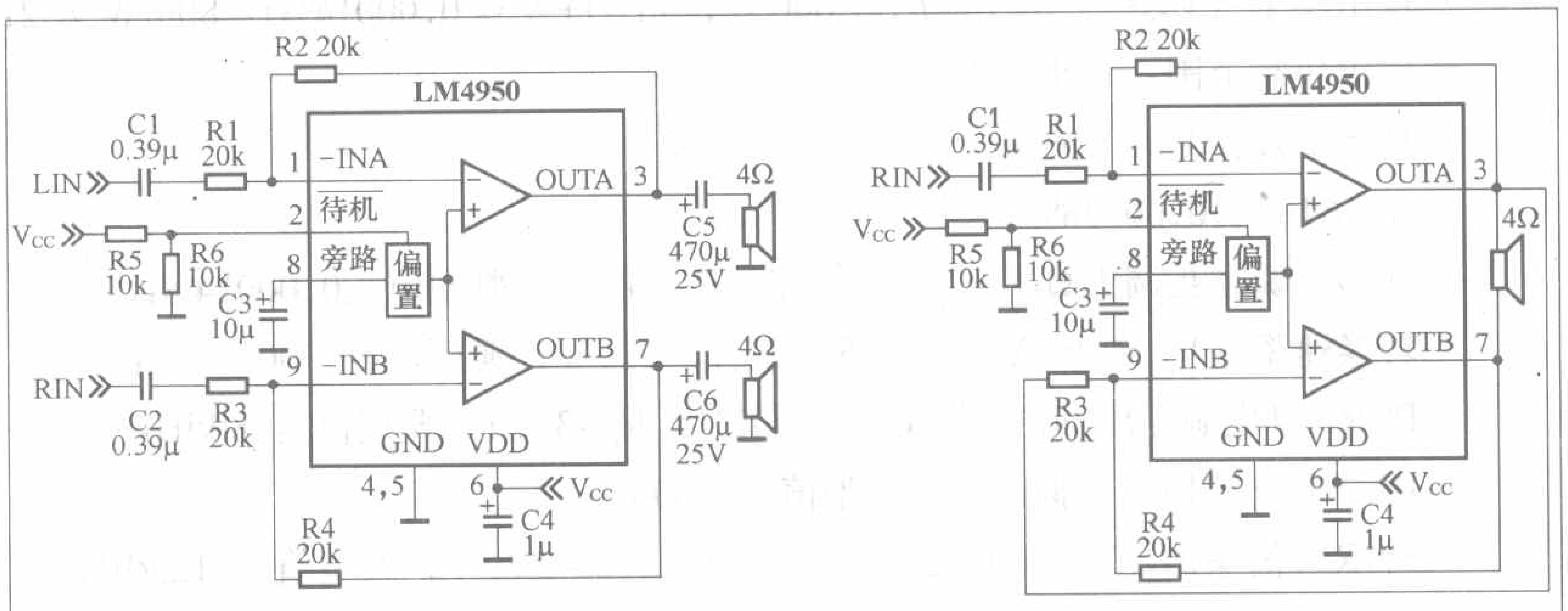
* 通道分离度：（P_O=1W × 2，f=1kHz，R_L=4Ω，典型值）：70dB；

* PSRR（电源电压抑制比，BTL单声道模式，典型值）：70dB。

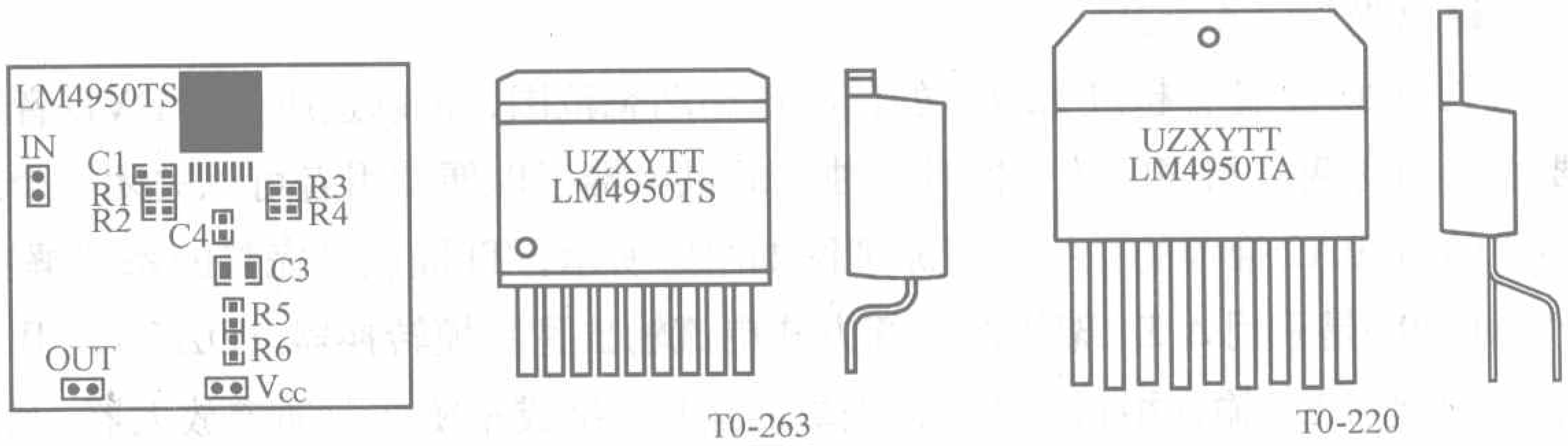
LM4950采用9引脚TO−263和9引脚的TO−220两种封装形式，对应型号是LM4950TS和LM4950TA。图1是LM4950的典型应用电路图，图2是LM4950的参考外围元件排布图和外形图。

LM4950具有良好的电源抑制比，对电源滤波电容要求不高，对于采用开关电源供电的薄型设备，电源端只需要一个1μF的钽电容就可以满足需要，大容量的电解电容可以省略不用。

LM4950的2脚为待机控制端，低电平有效，当2脚电压高于V_{CC}（供电电压）的一半时LM4950才会进入工作状态。如果是系统控制信号，开启信号要确保高于V_{CC}的一半，同样，关闭信号要确保低于V_{CC}的一半；如果是直接控制，可以采用两个10kΩ的电阻对V_{CC}分压获得控制电压，如图2中的R5和R6。图2中如果采用TO−263封装的LM4950TS，与其相连的用来散热的铜箔面积应该不小于103cm²。



双声道方式　图1　BTL方式



T0-263　T0-220

图2

宽电压范围电子音量控制的双通道集成功放TFA9843AJ

Philips公司推出的TFA9843AJ集成了电子音量功能，独特的多重温度检测保护机制使其具备宽电压范围适应能力和复杂负载适应能力，适合平板显示设备、多媒体应用以及微型音响等应用。

TFA9843AJ和Philips公司出品的TFA9842AJ、TFA9843B/J、TFA9842(B)J、TFA9841J引脚兼容，区别是其7脚的使能控制增加了电子音量控制功能，通过7脚的电平变化实现：0~0.8V为待机、1.2V~1.5V为静音、1.5V~5.0V为电子音量控制，超过5.0V为最大增益状态，既实现了电子音量控制又简化了控制电路。TFA9843AJ的技术特性主要包括：

* 电源电压：9V~28V，典型工作电压为18V；

* 输出功率（V_{CC}=18V；R_L=4Ω）：6.5W × 2（THD=0.5%），最大输出功率为20W × 2；

* 输入钳位；

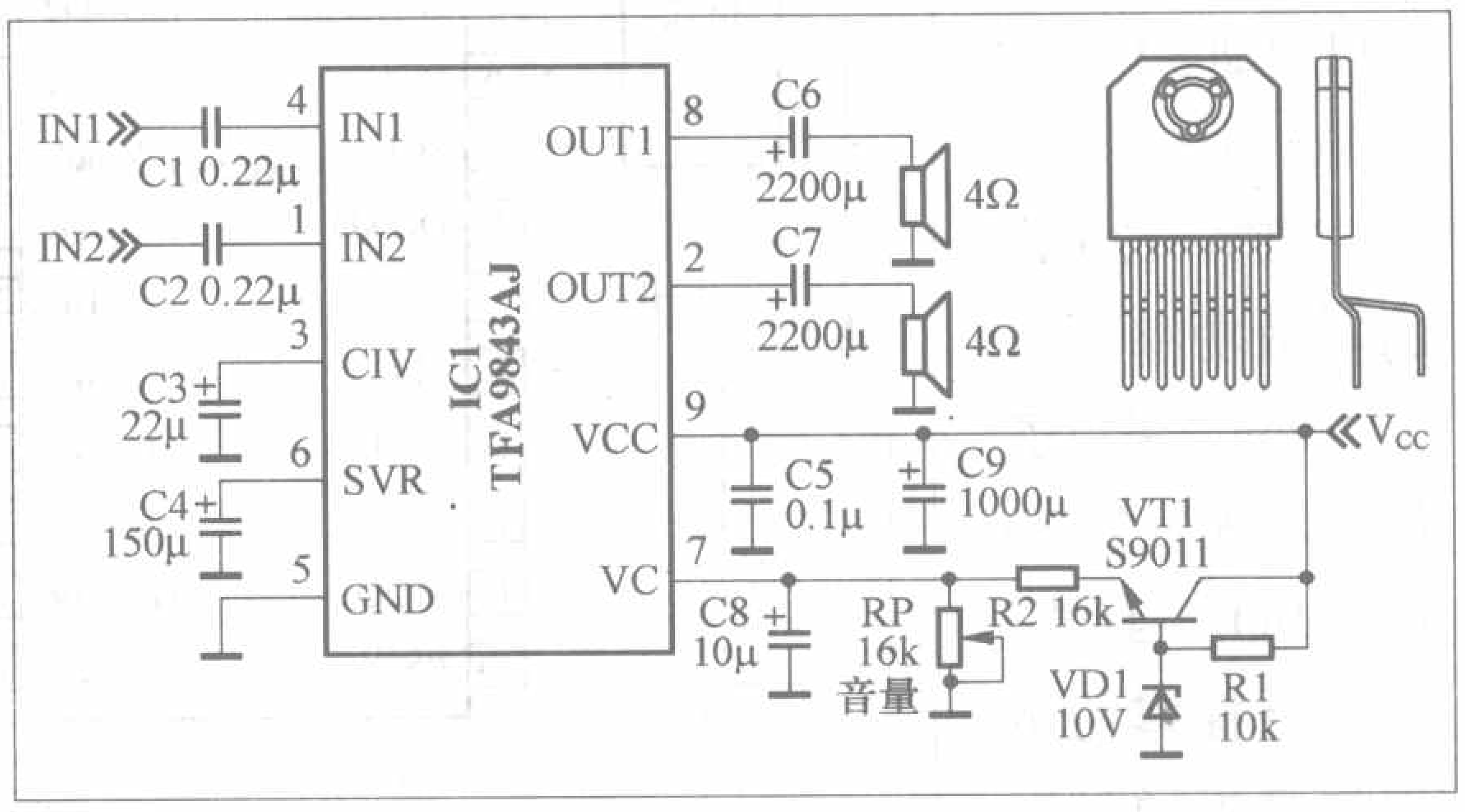
* 输出软削波功能；

* 无开关冲击声；

* THD（P_O=1W，典型值）：0.1%；

* 最大增益（典型值）：26dB，增益控制范围（典型值）：80dB；

* PSRR（电源抑制比，典型值）：60dB。



TFA9843AJ采用9引脚的DBS9P封装，附图是其典型应用原理图和外形图。

电流反馈型高保真耳机放大器 TPA6120A2

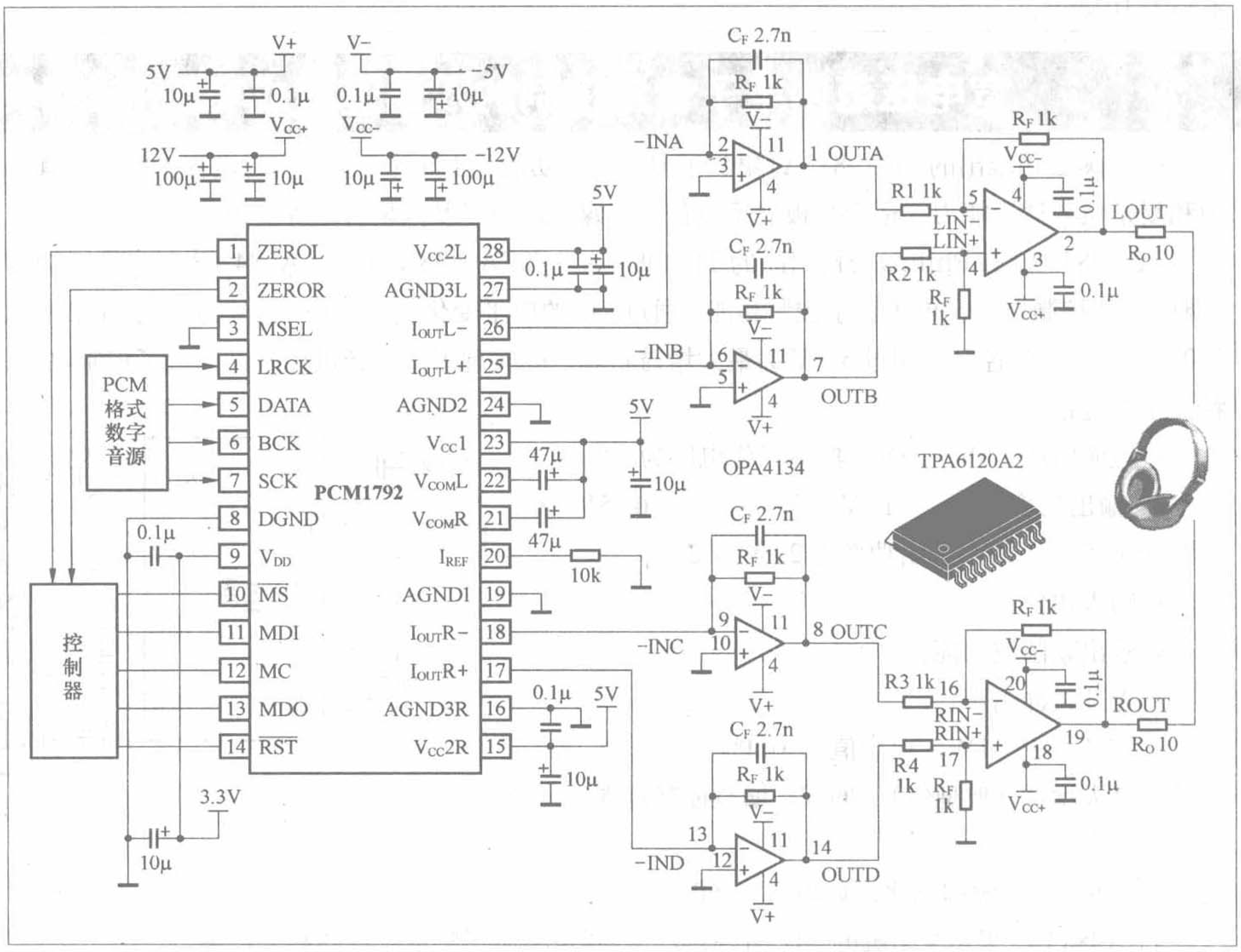
TPA6120A2是TI（Texas Instruments Incorporated，德州仪器）推出的电流反馈型差分输入高保真耳机放大器集成电路，极低的失真、极高的带宽和转换速率着眼于专业音频应用，适合于专业音频器材、录音监听、分布式耳机放大器、麦克风前置放大器等应用，其领先的主要技术特性包括：

* 工作电压范围：± 5V ~ ± 15V；
* 输出功率（V_{CC}= ± 12V，R_L= 600 Ω，THD+N ≤ 0.00014%）：80mW × 2；
* 输出负载范围：不小于 16 Ω；
* R_L=32 Ω：0.00055%；
* R_L=64 Ω：0.00038%；
* IMD（瞬态互调失真，V_{CC}= ± 12V，R_L=32 Ω，典型值）:0.00014%；
* 转换速率（V_{CC}= ± 5V，R_L=25 Ω，A_V=2V/V，典型值）：900V/μs；
* PSRR（电源电压抑制比，V_{CC}= ± 12V，R_L=32 Ω，典型值）：80dB；
* CMRR（共模电压抑制比，典型值）：100dB；
* SNR（信噪比，V_{CC}= ± 12V，R_L=32 Ω，A_V=2V/V，典型值）：125dB；
* 动态范围（V_{CC}= ± 12V，R_L=32 Ω，典型值）：不小于 123dB；
* 输出噪声（A_V=2V/V）：5μV。

TPA6120A2具有超过120dB的信噪比和动态范围，可以适应诸如DVD音源以及超级音频光盘（SACD）的苛刻要求，内含两个相同的放大器具备独立的供电端子以便使用者可以关闭一个通道以节约能源并减少热量产生。

TPA6120A2推荐的系统应用原理图如附图所示，TI提供了完整的系列解决方案以保证系统的完美表现。图中的PCM1792是采用ΔΣ 架构的平衡方式电流输出型数模转换器（DAC），用于完成数字信号到模拟信号的转换；OPA4134是 FET输入型低噪声、低失真四运放，组成平衡式双通道放大器，完成I/V转换以驱动TPA6120A2，同时其反馈网络组成低通滤波器以滤除超音频信号，截止频率按图中数值为59kHz；TPA6120A2组成差分输入方式双通道耳机放大器，电压增益为2V/V，可以驱动32 Ω ~ 600 Ω的耳机。

TPA6120A2的耗散功率达到了2.8W，采用了散热增强型的20引脚SOIC封装，底部有裸露的金属焊盘以通过铜箔辅助散热。



仅用两节AA电池的手机应急充电器

文/刘 峰 周炳峻

目前随着手机拍照、听音乐、看电影等时尚附加功能的不断增多，手机电池的续航能力面临空前挑战，出差旅游途中思念亲人朋友或者外出办事突遇紧急情况，需要打电话联络甚至求救时，却发现手机竟然没电了！你或许已经遭遇过诸如此类的尴尬，那么能否利用普通AA电池即通常所说的5号电池给手机充电呢？5号电池随处都可方便购买，但自身端电压较低，标称值只有1.5V，要想给手机电池充电就必须借助于电子升压。本文介绍一款使用两节普通AA电池的手机电池应急充电器，外形如图1所示，电路板如图2、图3所示。

电路工作原理如图4所示，该手机应急充电器采用TL499作电子升压核心器件，电路结构简洁，外围元器件少，IC的3脚外接输入电压的范围为

图1

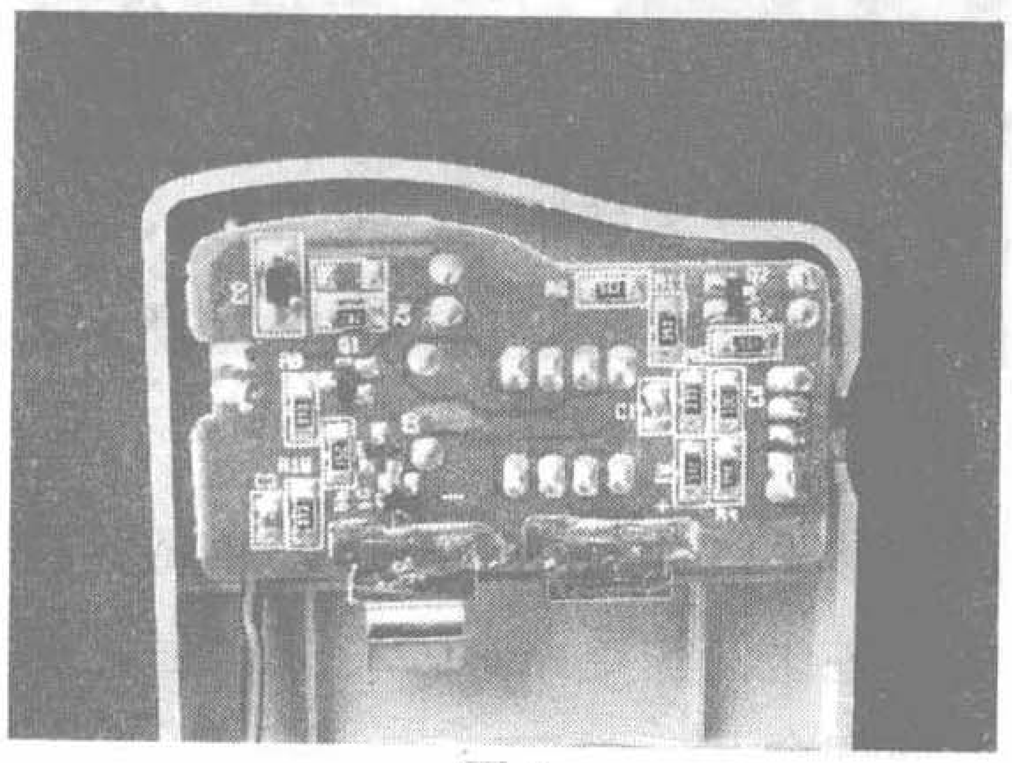


图2

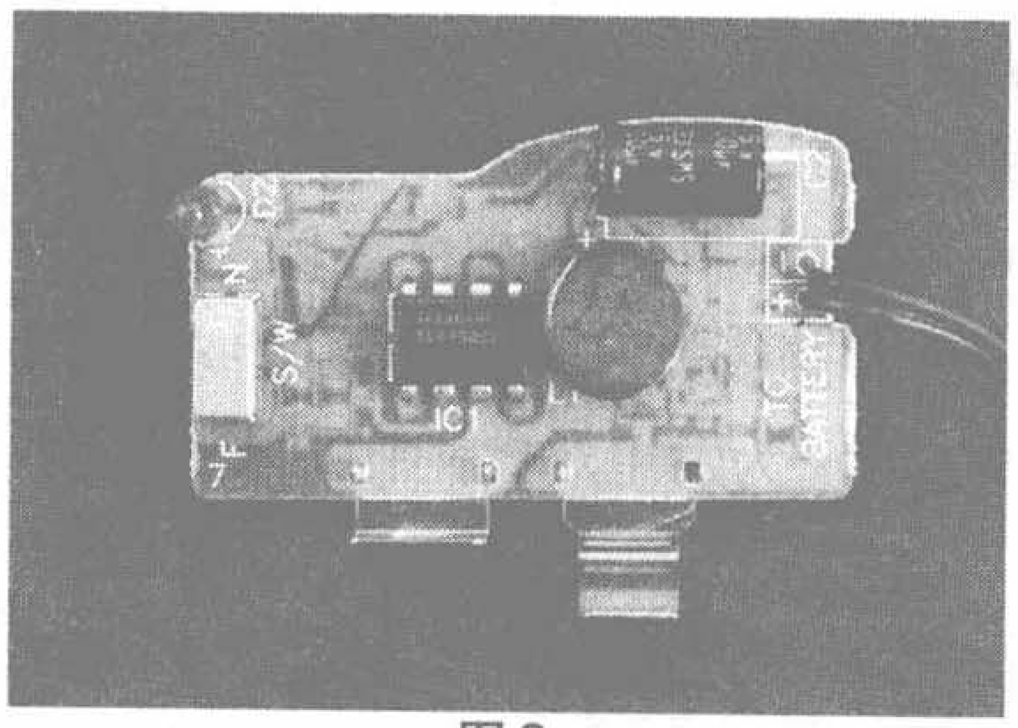


图3

1.1V~10V，8脚输出的电压范围为2.9V~30V，4脚是输出电流控制端，2脚是基准电压调整端。三极管VT1、VT2、VT3和二极管VD1~VD3、电阻R2、R6~R11以及电容C3共同构成充电检测、控制和指示电路，放置好AA电池后，电容C2上很快就会获得较高电压，但由于电容C3端电压不能突变，VT3基极电压为0V，保持截止状态，VT1因没有基极电流通路也保持截止状态，此时两充电触点上无电压输出；当充电触点正端接手机电池负端、充电触点负端接手机电池正端时，通过电阻分压，VT3基极获得的电压低于电路的接地电压，呈负压状态，VT3仍旧保持截止，VT1也截止，对外不充电，实现了手机电池的反接保护；当充电触点正端接手机电池正端、充电触点负端接手机电池负端时，经电阻R9、R8、R11分压，随着C3迅速充电，VT3基极电压很快上升，VT3逐渐导通，集电极电压下降，导致VT1基极电压下降，VT1也进入导通，VT1的集电极电压开始上升，又促使VT3基极电压进一步上升，形成正反馈，很快三极管VT1和VT3进入饱和状态，对外接的手机电池开始充电，同时充电电流在VD2和R2上的压降也使VT2导通，红色LED（VD1）点亮作为充电指示；随着充电进行，充电电流会逐渐减小，当小到一定程度时，在VD2和R2上的压降将无法再使VT2导通，红色LED熄灭，表示充电结束，这时拿掉手机电池，充电触点上仍有充电电压，如果把正负充电触点短接，将会使正触点上的电压瞬间下降，从而VT3基极电压下降，集电极电压上升，VT1基极电压也跟着上升，导通深度就会减轻，致使VT1集电极电压有所下降，进一步促使VT3基极电压继续下降，形成正反馈，很快VT1和VT3再次进入截止状态，充电触点上电压消失，实现了触点短路保护。按照图4中所标元器件参数，

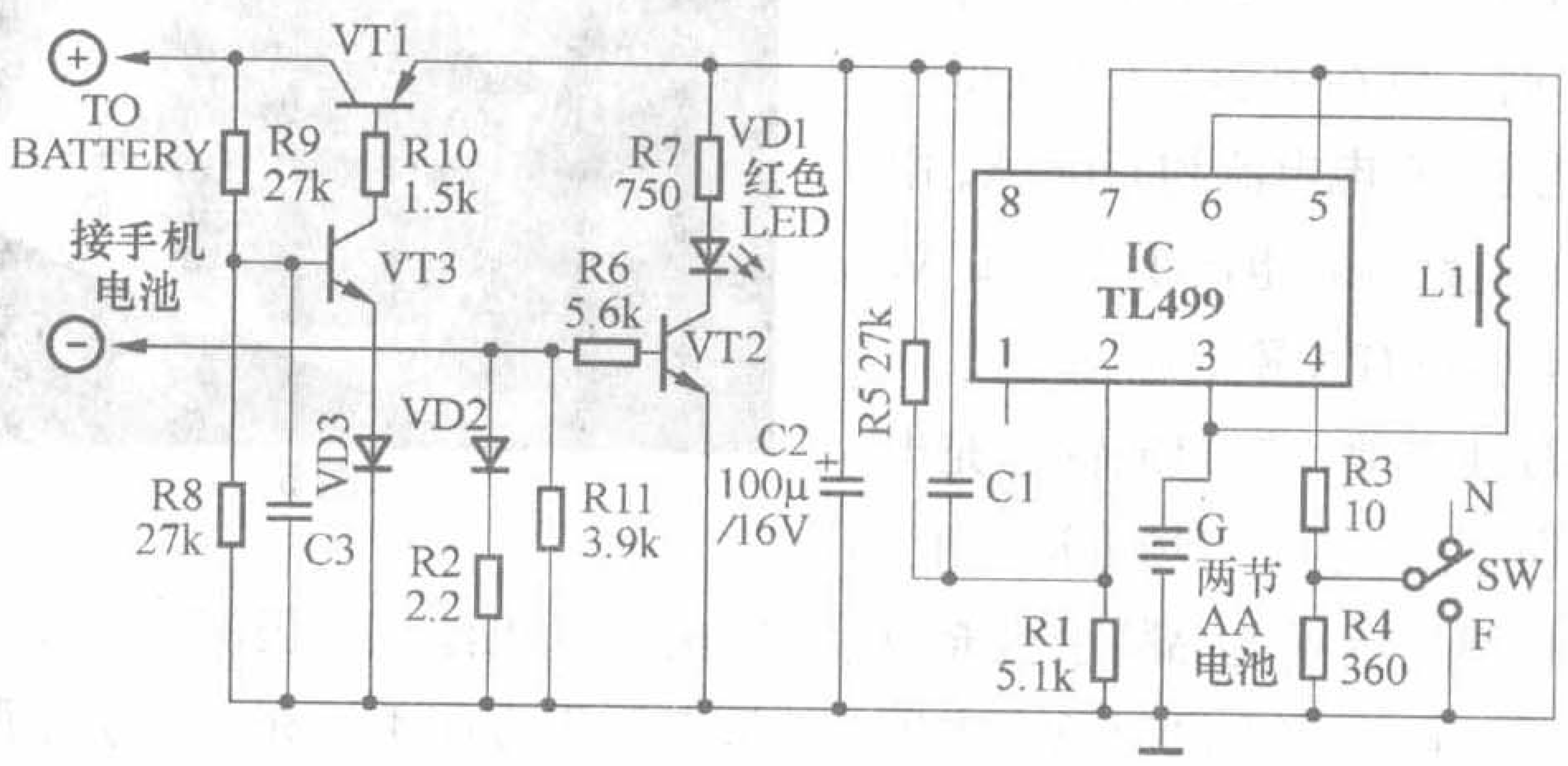


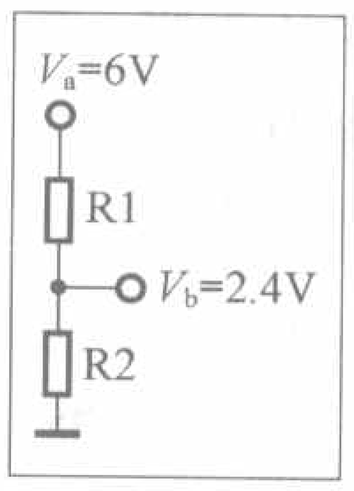
图4

分压电阻值的便捷设定

文/杨德印

电阻分压器是电子电路设计和电子DIY时的一种基本电路，应用相当广泛。设计电阻分压器时，要考虑电源电压、分压点电压以及各分压电阻的阻值。由于需要考虑的因素较多，所以设计一个适用的分压器往往很麻烦，甚至要多次演算、比较才能完成。本文推荐一款简单的设计工具，使您能方便快捷地确定所需的分压电阻的阻值。

附表列出了1%精度标准电阻每10倍的所有阻值，共96个级次，即从A1开始，至F16结束。图中涂有阴影的阻值是常用电阻值，约占总数的四分之一。选择分压器的电阻值时，应尽量选用涂有阴影的常用阻值，可能更容易采购。附表中的阻值可以用乘以10^n（n可以是正整数、负整数或0）的方法得到全系列的参数值。下面以附图所示的电阻分压器为例，介绍利用数据表确定分压电阻阻值的方法。



附图中，假设被分压的电源电压V_a=6V，分压后希望获得的分压点电压V_b=2.4V，那么可以用以下计算公式求得分压器中电阻R1和R2相隔的级数：

相隔级数$=\log(V_a/V_b-1)\times 96$

式中log为常用对数，乘以96是因为1%精度标准电阻的阻值每相差10倍共有96个级次。将V_a、V_b的参数值代入以上计算式，得到相隔级数等于16.9，取整数值17。该计算结果表示附图中电阻R1和R2的阻值在数据表中相隔17级。如果取电阻R2为数据表中的A1格即100k，那么R1从A1格向下正数17级至B2格，则R1就是150k。由数据表可见，这两个格内都涂有阴影，都是常用电阻，是一个比较理想的选择。当然这两个电阻也可以是1k、1.5k或10k、15k。可想而知，满足以上要求的阻值配合很多，例如，1.21和1.82，1.62和2.43，2.00和3.01，4.99和7.50等。如果“相隔级数”是负数，则R1小于R2，要在数据表中沿着与上述相反的方向查找。在查找循环过程中，数值可从9.76循环到1.00，或从1.00循环到9.76，这意味着电阻的阻值将进入下一个10倍区间。

如果分压器的分压精度要求不高，可以在选定的阻值附近上下偏移1～2级，也可以用阻值接近的2%、5%精度电阻代替。

对数的计算可用查找中学数学用表解决，也可用教学用电子科学计算器进行计算，这类计算器的型号有FX-82TL，FX-350TL等。

附表 1%标准电阻表

行＼列	A	B	C	D	E	F
1	1.00	1.47	2.15	3.16	4.64	6.81
2	1.02	1.50	2.21	3.24	4.75	6.98
3	1.05	1.54	2.26	3.32	4.87	7.15
4	1.07	1.58	2.32	3.40	4.99	7.32
5	1.10	1.62	2.37	3.48	5.11	7.50
6	1.13	1.65	2.43	3.57	5.23	7.68
7	1.15	1.69	2.49	3.65	5.36	7.87
8	1.18	1.74	2.55	3.74	5.49	8.06
9	1.21	1.78	2.61	3.83	5.62	8.25
10	1.24	1.82	2.67	3.92	5.76	8.45
11	1.27	1.87	2.74	4.02	5.90	8.66
12	1.30	1.91	2.80	4.12	6.04	8.87
13	1.33	1.96	2.87	4.22	6.19	9.09
14	1.37	2.00	2.94	4.32	6.34	9.31
15	1.40	2.05	3.01	4.42	6.49	9.53
16	1.43	2.10	3.09	4.53	6.65	9.76

当选择开关SW打到N（慢充）时，将在电容C2上获得约7.98V的电压，对手机电池充电电流约80mA，当打到F（快充）时，将在电容C2上获得约8.12V的电压，充电电流约170mA。由于不充电时电路静态电流小于50μA，故应急充电器没有设置电源总开关。

除了碱性电池，镍氢或镍铬充电电池也同样适用。鉴于市场上诺基亚、三星、摩托罗拉等不同品牌手机充电接口大多不一样，该手机应急充电器采用了磁吸触点，但这对不含铁质材料的手机电池充电仍深感不便，为此笔者利用万能手机充电器引出两根充电接线，如图5、图6所示，几乎能适应所有手机锂电池，况且万能充电器具有过压保护电路，使用起来会更加方便安全。

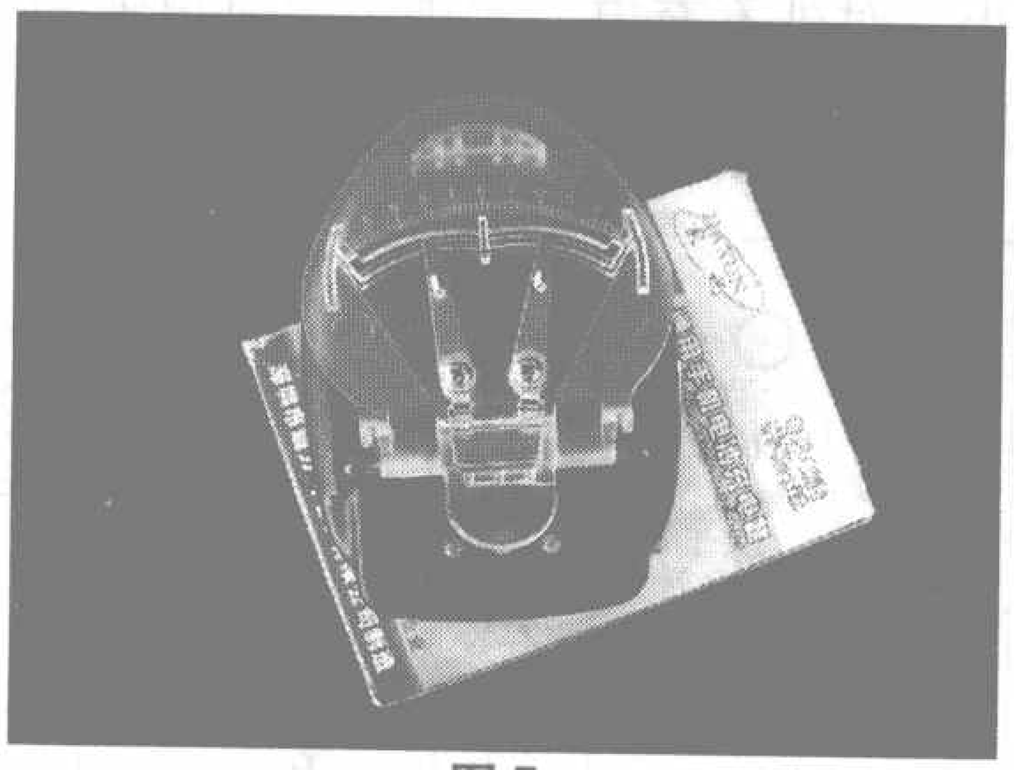


图5

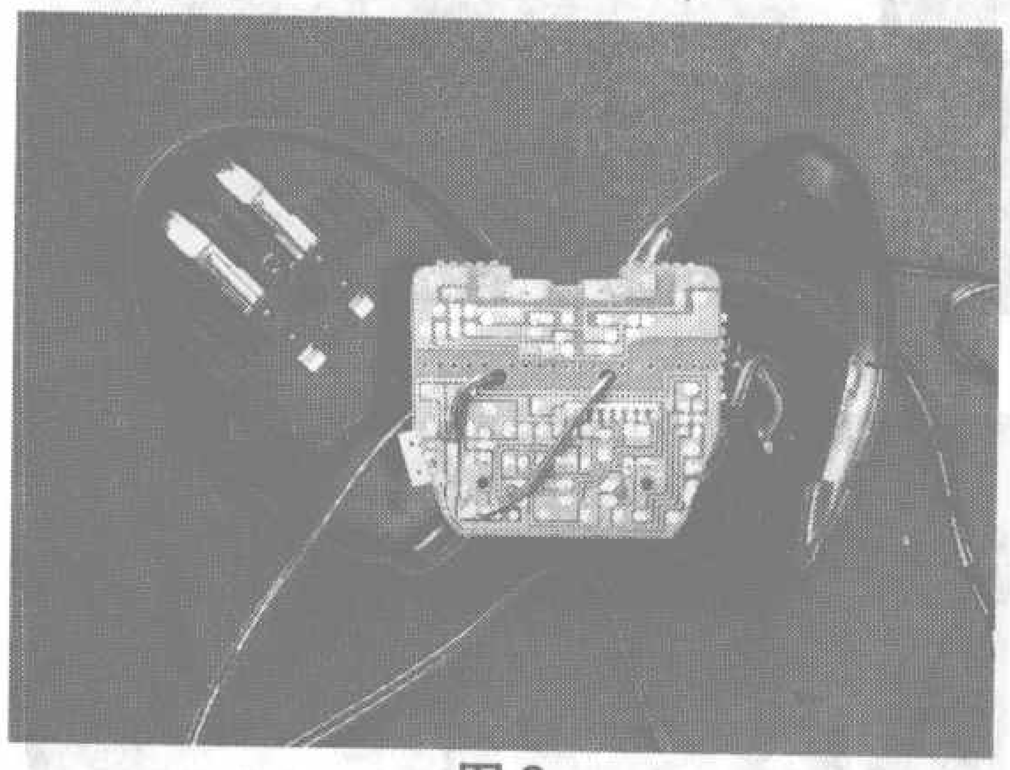
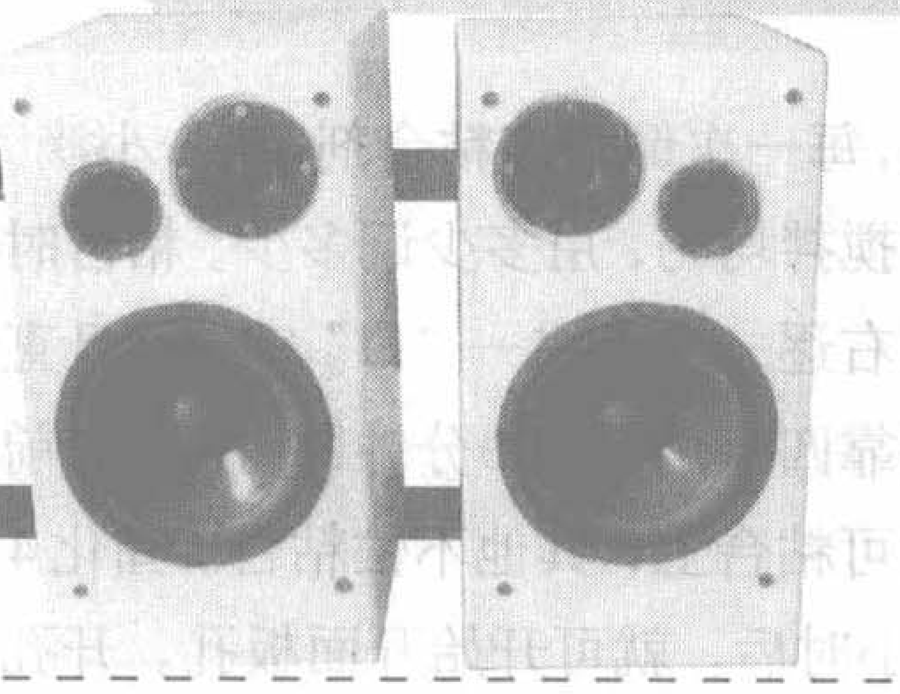


图6

人造石制作的音箱



文/徐宝全

音箱是整个音响系统中最重要的单元，也是发烧友在动手打造过程中困难最多的一个环节。用中密板或刨花板制音箱，要控制好箱的振动，必须加厚板材，而且制作工艺要求高，再有就是后期的外装饰往往在这些工艺过程中一环出现败笔而成为垃圾。如果用天然石料或混凝土打造则限于手中工具，又必须请专业人员加工，从而缺乏DIY中的乐趣。

本人选择目前家装材料中较为流行的人造石材做箱体，其主要成分为树酯、矿物颗粒及石粉，与其他材料相比，有如下优势：

1. 其板材是工厂化生产，质地均匀、密度大、密封性更好。

2. 易加工，锯、钻、攻丝、粘合等都容易。

3. 免去后期外装饰，只需磨砂后上蜡即告完成，外形美观。

设计要求

笔者根据现有扬声器、功放及40m² 听音环境，达到易于推动、小功率就能推出自然真实的声音和宽阔宏大的声场；还原性更好，希望音色丰厚温暖，虽是监听型但又不能像小监听音箱那样的单薄。

扬声器单元及箱体

本人选择惠威风靡一时的ssi+T8单元组合，ssi阻抗5Ω，最大功率45W，灵敏度92dB，振膜是天然纤维编织物。T8阻抗7Ω，最大功率150W，灵敏度91dB，盆体为碳纤维，*Q*值0.37，厂商推荐分频点≤4.5kHz。本组合能很好匹配，特别适合家庭听音环境。

箱体参考惠威“PS8/A－鸿”书架型。高音单元改在偏向一侧，可进一步抑制前面板的声反射形成的水平方向的驻波。加强筋和加厚板都是为进一步减少箱体振动的措施。为少走弯路，箱体外型尺寸及容积尽量借鉴“PS8/A－鸿”尺寸，见图1。

分频器

分频器不能马虎。不能单依据理论算出，而应通过反复试听而定。试听时分频器接在箱体外，通过众烧友一个多月时间的试听，调整多次后最后定下设计方案，并固定在箱体内底板上。电容4.2μF为新德克红色MAP极品，其余为聚丙烯电容器。电感L1为φ20mm×23mm，用φ1.5mm铜线绕90圈，L2为φ20mm×23mm，用φ1.2mm铜线绕80圈，都为空心线圈。绕线要求平整，具体电路见图2，敷铜板用厚型材质，由于布线简单，可用刀刻法、钻好孔，装上元器件待用。印制板（见图3）留有电容并联位置，供调试用。值得一提的是4.2μF由2μF+2.2μF并联，其他电容也应由多只并联。实际证明，多只并联比用单只大电容效果好得多。

箱体制作

人造石一般厚度为13mm，按图4尺寸精确下料。如果人造石需向橱柜销售商订购，其色泽可由自己喜好定。材料来源也可用橱柜安装水槽、灶时挖下的角料，只是色泽不易统一。总之，板材下料要求板面平直，边与边要求平行角尺核对无误后可以粘合。

粘合剂用人造石专用胶，尽量选用与板材色泽一样的胶。也可用其他树酯粘合剂，但最好是快速粘合剂，这样可免去固定夹具。由于是快速粘合

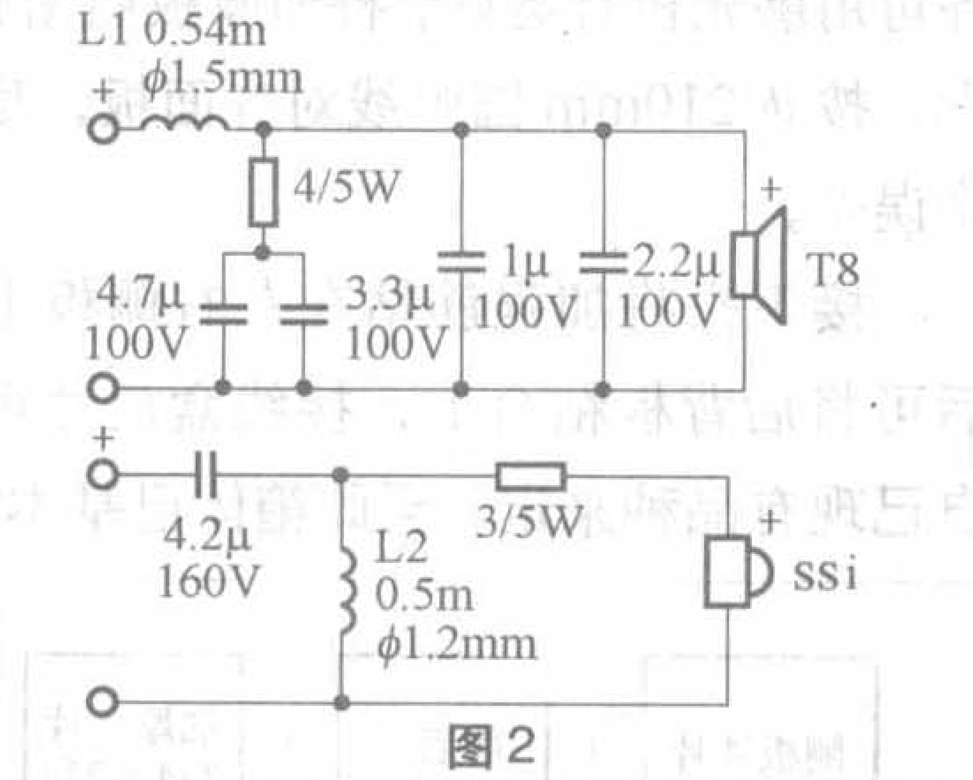


图2

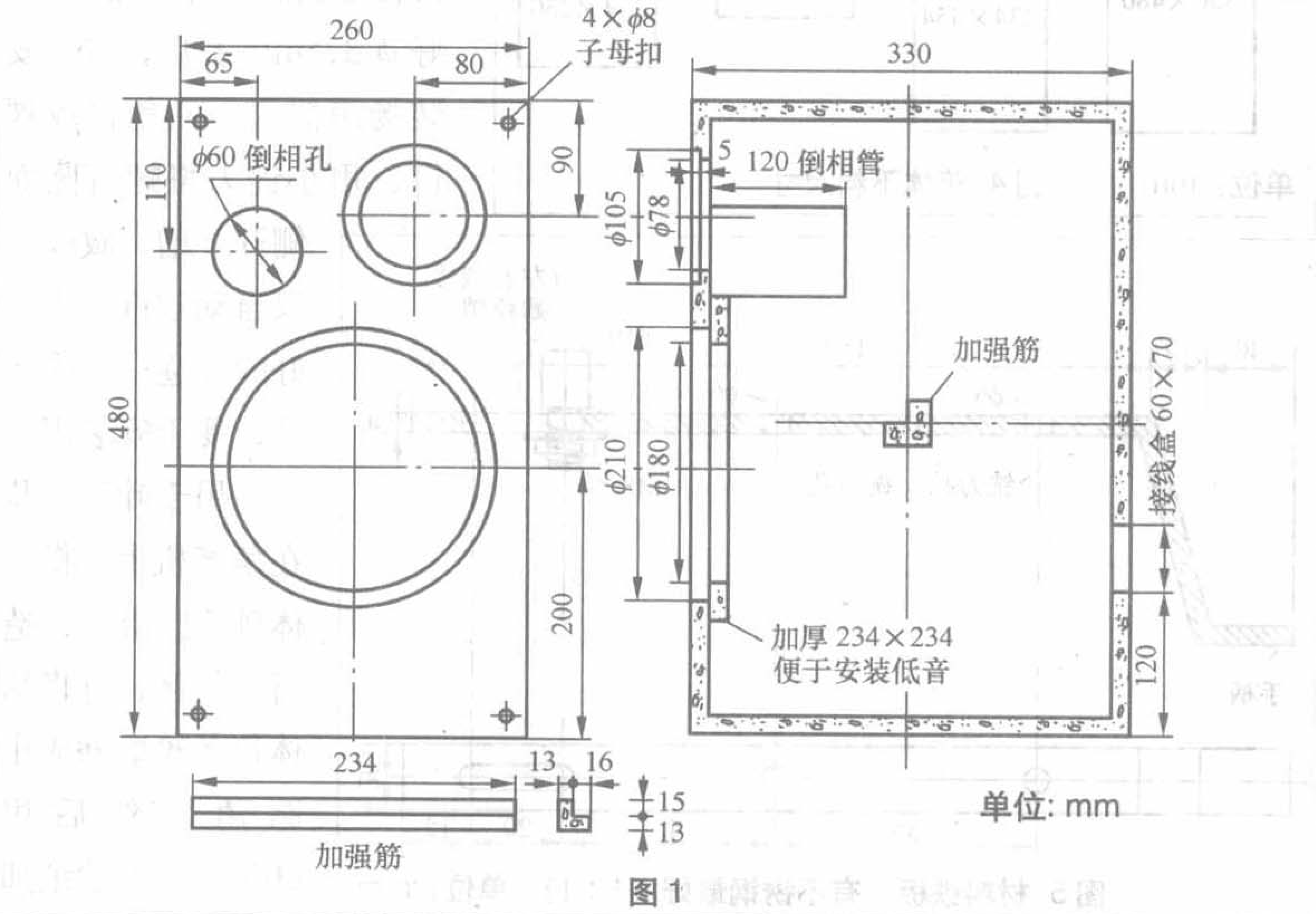


图1

剂，每一次倒少许粘合剂，滴一小滴固化剂，并搅拌均匀，用多少调多少。粘合时将上下左右逐一合上成一“口”字，并且直角尺分别靠四个角，待10分钟即可固化。前面板这时可粘合上，其他不忙粘合。固化4小时~5小时后，就可开始开面板孔。开孔器照图5制作一只，铣刀选择 ϕ 4mm~6mm三刀刃，用手电钻就可以开孔。

将固化粘牢的箱体面向上放在地上，照图1面板尺寸画在画板上。把扬声器和倒相孔中心打一 ϕ 10mm通孔，将螺栓销插入，并左右调节好尺寸，锁紧螺栓。高音孔要铣出外径 ϕ 105mm、深5mm安装台面，再挖 ϕ 78mm通孔，低音孔照 ϕ 210mm，倒向孔按自己拥有倒向筒外径铣孔。注意，子母扣孔先不钻，要同网罩的子扣孔一同套钻。逐一挖好孔后，下一步就配加厚板。在加厚板对称轴线上画 ϕ 210mm和 ϕ 180mm的同心圆，中心打 ϕ 10mm孔，挖 ϕ 180mm大孔。如果操作得好，开出的孔很规范，不整齐可用磨光机打磨好。将加厚板照图1粘合上，按 ϕ 210mm圆弧线对齐面板，尽量减小误差。

接下来将加强筋粘在左右侧板上，最后可将后背板粘合上，接线盒尺寸可根据自己现有品种来定。至此箱体已基本成型，

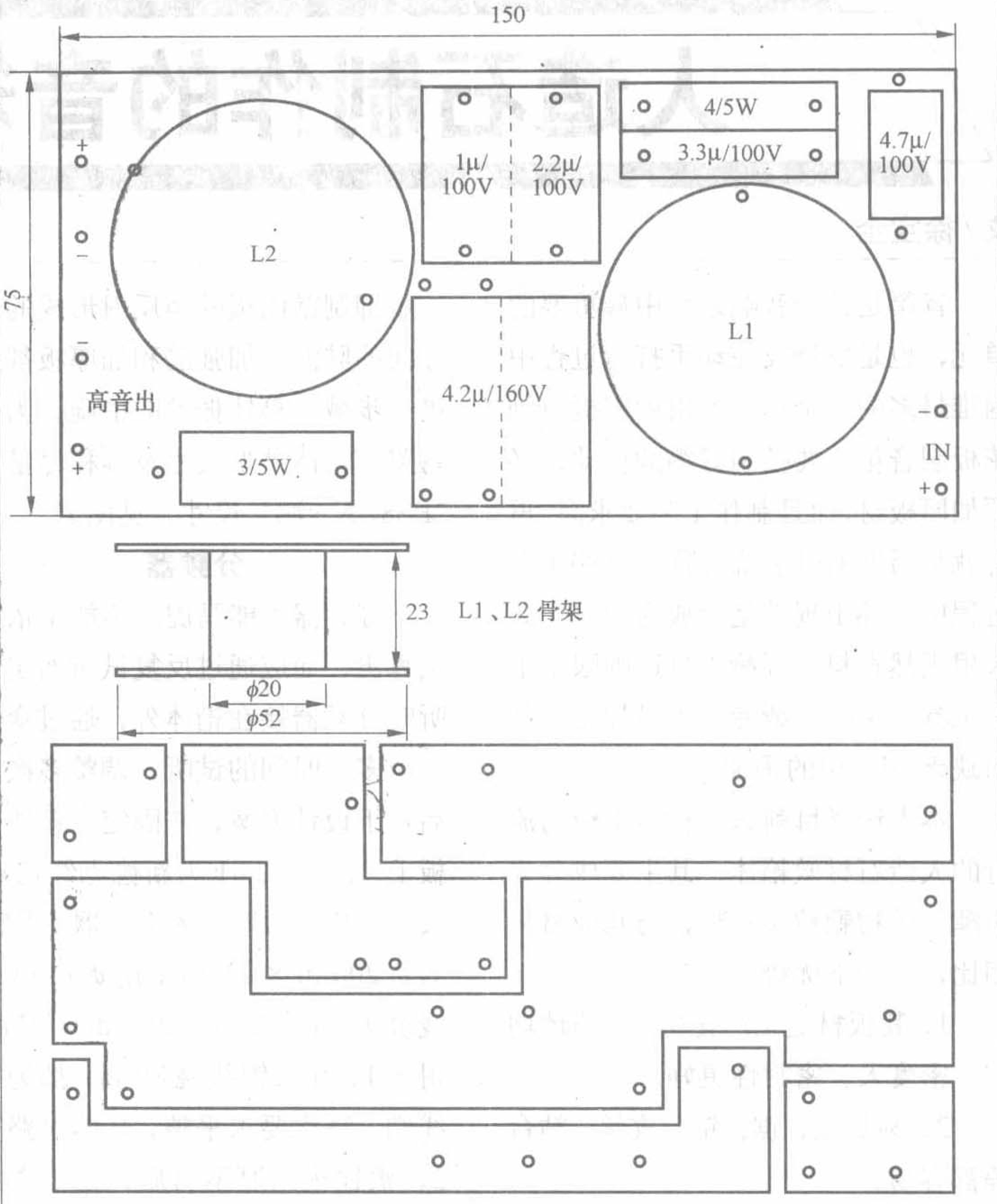
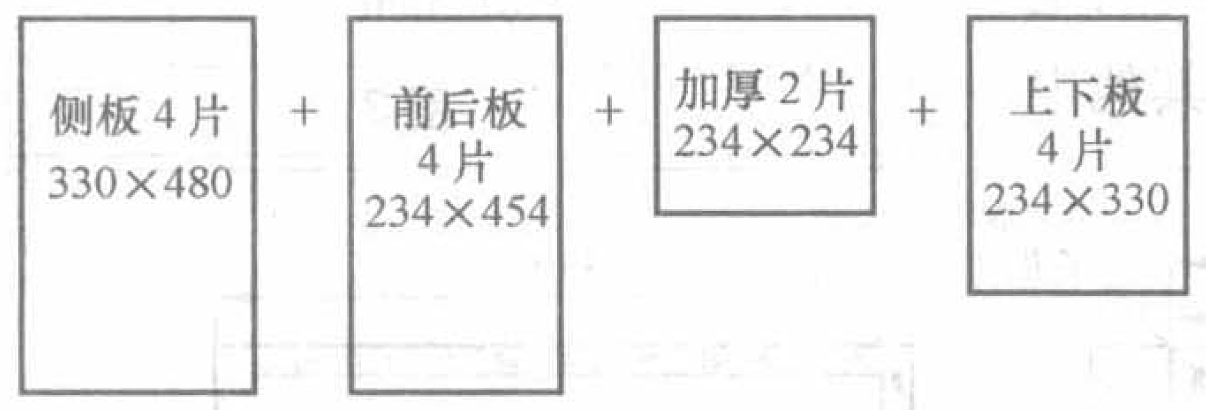


图3 铜皮面1:1 单位: mm



单位：mm 图4 箱体下料尺寸

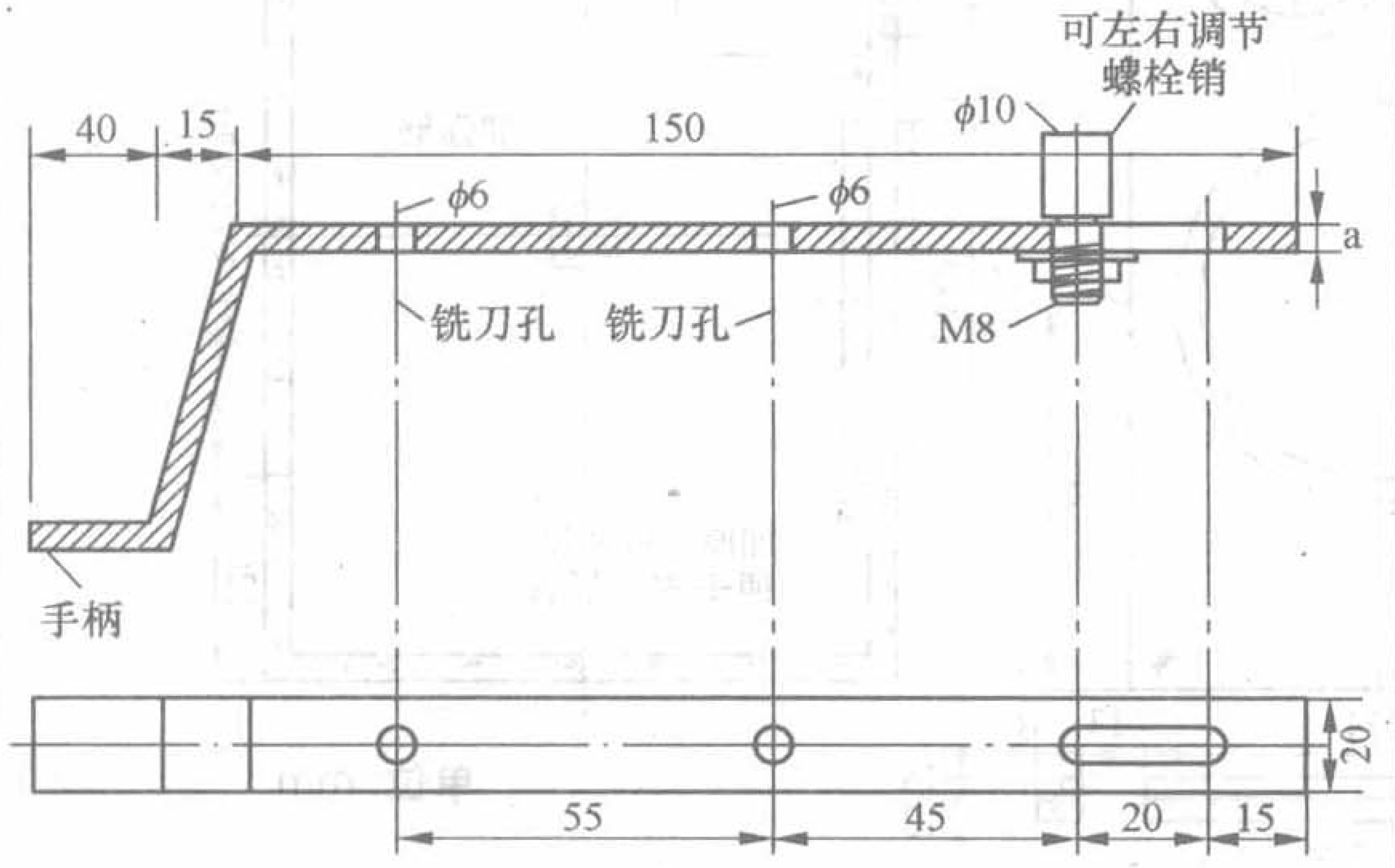


图5 材料铁板，有不锈钢最好（1:1） 单位：mm

接下来做扬声器及接线盒丝孔。将扬声器放在安装台位上，照孔画上孔位，钻好 ϕ 3.5mm孔后，取一安装扬声器用内六角自攻螺钉，用小锉刀将螺钉竖面侧开一槽，做成一只自动丝锥，将钻好的孔逐一作成丝孔，便于安装用。

用千叶砂片装在角磨机上，将箱体砂磨。由于人造石易打磨，可将箱体每条轮廓磨成小圆角。然后用800# 水性砂纸加水细磨一遍，直到光亮为止。清洁后打上汽车用光蜡，既美观又防污。

箱体吸音材料本人用废冰箱中发泡剂割成30mm厚块装，相互架撑在箱内，形成音障板状，交接处刷上乳胶，其效果相当好。

将橡皮泥搓成筷子粗细，圈在扬声器安装台位上，用手按平，逐一安上扬声器，拧紧螺钉。倒相管先装外面，待试音后定出其长度才最后涂上粘合剂改装在箱体内，最后配上自己喜好的网罩。通过与同样组合的中密板箱比较，感觉人造石箱灵敏度略高些，更易表现细节，容易推动。由于本人条件有限，不能测出此箱的物理指标，仅能凭听音感觉。但就家庭听音环境而言，确实超值。

充电电池在电动工具中的应用

文/唐黎明

市场调查表明，我国电动工具生产量和外贸出口量约占世界电动工具总量的70%甚至更高，但是销售额却只占世界销售额的30%左右。究其原因，我国出口的各种电动工具产品，大多为技术含量低、性能水平低、售价也低的低档家用电动工具，而且大多采用交流供电。而高质高价高利润率的专业工具市场，仍然为几家国际知名电动工具厂商所控制，例如BOSCH，Hitachi，Panasonic，AEG等。图1、图2是几种市售的电钻和电动螺丝批。图3是其中一款所用的电池组。提高国产电动工具的技术含量是摆在我国生产厂商面前的一道急待解决的难题，借鉴国外电动工具行业的经验，大力研发易携带的充电式电动工具，提高产品档次，是一条行之有效的途径。

现今普遍采用的充电电池有铅酸电池、镍氢/镍镉电池以及可充式锂电池等。铅酸电池的能量密度约30Wh/kg（瓦时每千克），镍镉电池(Ni-Cd）约为60Wh/kg，镍氢电池(Ni-MH)约为60Wh/kg～80Wh/kg，而锂离子和锂聚合物电池约为100Wh/kg～150Wh/kg。铅酸电池由于体积、寿命、安全性和能量密度等一系列问题，已经逐步退出便携式动力源市场，可充电式锂电池应该是大容量动力源的未来发展方向之一。但是，目前相对高昂的价格和较薄弱的耐过充电、过放电能力，要在电动工具市场得到广泛应用还有很长的路要走。因此在可预见的将来，镍氢/镍镉电池将是充电式电动工具市场最主要的便携式动力源。

图2

图1

图3

电动工具的工作环境与其他设备(如手提电脑）大不相同，它的耗电率较为特殊。电动工具的放电电流可能瞬时高达30A～50A，而手机的耗电率仅为500mAh以下。而且电动工具需要采用更高的输出电压如12V/18V甚至36V等，因此必须采用多节大容量电池串联组成电池组。目前锂电池等新型电池无法承受这样的电流消耗和成本，只能选用镍氢、镍镉电池。不过镍氢电池的价格比同容量的镍镉电池贵30%～50%，因此相对而言主要用于较高端设备中。大批量生产的电动工具（如电动螺丝起子和电钻）的价格竞争十分激烈，加之镍氢电池大电流放电性能略差，因此普通用户多数考虑使用镍镉电池，而专业工具则开始使用镍氢电池。

使用充电电池无法回避电池的充电特性和充电器的选择。其中最主要考虑的是充放电电流、充放电时间以及如何保证每次电池都能充满电而又不致因过充导致电池损坏或发生危险。充电和放电电流(A)通常用电池额定容量的倍数表示，叫做充放电速率(C-rate)。例如，对于额定为1安时(Ah)的电池，0.5C的放电电流等于1Ah×0.5=500mA。一般电动工具要求充电时间尽量短，因此需要充电速率达1C或更高。这样可以在1小时内完成充电，目前已有多款标称15分钟的充电器出售。快速充电可改善充电效率。在1C的充电速率下，效率约为90%，充满一个空电池的时间为1小时多一点。当以0.1C充电时，效率便下降到70%左右，充电时间需要延长到14小时左右。目前市售大部分电池都支持1C充电。

在1C以上的充电速率下，电池状态的检测和充电过程的控制显得尤其必要。基于$\Delta T/\Delta t$和$-\Delta V$组合的充电终止方法可避免电池过充，延长电池寿命。相对而言，镍氢电池在充电快完成时会表现出明显的温升，因此在设计镍氢电池专用充电器时主要依靠采用$\Delta T/\Delta t$终止充电方式（所谓$\Delta T/\Delta t$指单位时间Δt内电池体温度的变化量ΔT)，具体实现是指充（放）电过程中不断测试电池体温度，如果其温升速率达到某一限值，即启动保护动作降低充电电流或者干脆停止充电。对于镍氢电池而言这个限值可采用2.5℃/分钟～2.8℃/分钟，对于镍镉电池可采用1.2℃/分钟～1.6℃/分钟。因镍镉电池的$\Delta T/\Delta t$表现略差，但是其$-\Delta V$表现相对而言更明显。因此可以依靠$-\Delta V$特性来检测。所谓$-\Delta V$特性指电池在充电即将完成时其电池体两端电压反而微微下降的特性。图4是三洋公司一款普通镍镉电

池 KR－1800SCE 的充电特性曲线。

镍氢电池充电结束时电压下降比较小，在低充电速率及低温的情况下(低于0.5C，取决于温度)甚至可能不出现电压下降。$-\Delta V$充电终止检测还应与电池温度检测相结合，因为老化电池和不匹配电池可能减少$-\Delta V$，另外过放电或长期不用的电池充电时容易产生“双峰效应”，还有环境温度和电源电压的波动也有可能干扰$-\Delta V$检测，从而有可能导致漏测。

实际上我们的充电器不可能仅仅采用一种终止充电方式，往往同时采用$-\Delta V$、$0\Delta V$、$\Delta T/\Delta t$、$\Delta V/\Delta t$并结合电池温度监测、最大电压保护、最长充电时间保护等方式综合判断来确保充电过程安全。镍氢充电器主要采用$\Delta T/\Delta t$方法终止充电，是目前镍氢电池充电的最好办法，而镍镉电池应主要依靠$-\Delta V$检测。对于充电速率采用0.5C或更高的镍镉电池充电器，$-\Delta V$方法是最有效的。一般单节镍镉电池电压达到最高值后如果继续大电流充电其端电压下降可以超过30mV，而且充电速率越高表现越明显。Sanyo公司在其电池规格书中指出每节镍镉电池$-\Delta V$表现不低于10mV。而对应的Maxim公司的镍镉、镍氢电池充电控制IC－ DS2711/DS2712可以提供优于2mV/节的$-\Delta V$电压检测能力，而PTI公司的PT8A2704等IC则将这个电压设置为12.5mV/节。当然对于$-\Delta V$检测方式下阈值电压设置问题，大致上设置太低将导致对双峰效应、环境干扰以及配套的电源电压的波动等干扰太敏感，容易误动作，不利于充电器稳定工作，设置太高（超过10mV/节）则可能使电池的状态反应迟钝，有引起过充的可能。

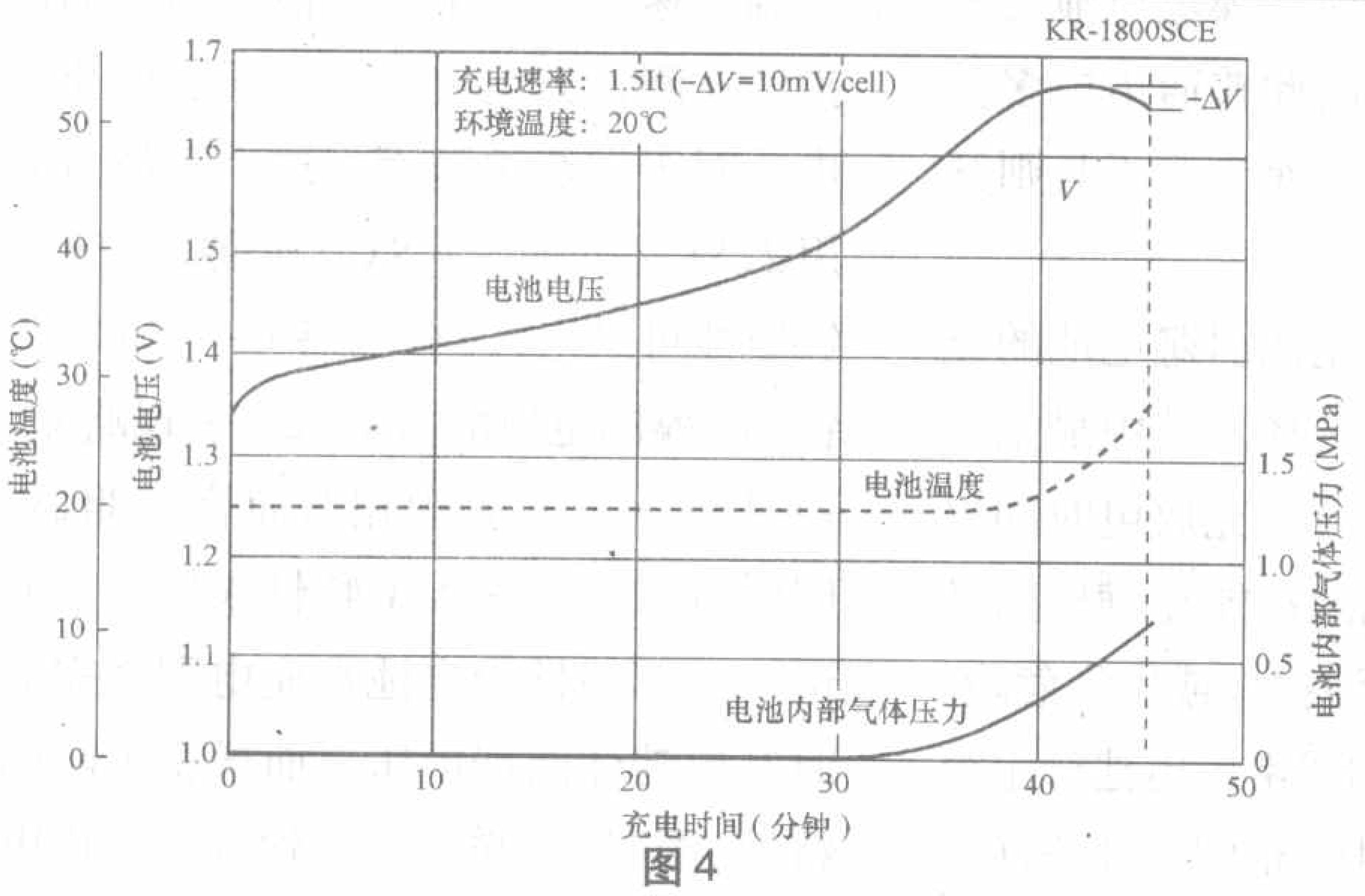


图4

下面谈谈线性恒流充电和脉冲充电的问题。在慢充时，所有的充电器都采用恒流充电方法，电路设计比较简单，容易实现。而由于充电电流在慢速范围，充电器负荷较轻，不会引起充电器和电池过热。当用1C以上速率充电时，使用线性恒流方式，将导致充电器调整管上耗散功率急速上升，电池在充电过程中温度也会快速上升，因此必须摒弃线性恒流方式，取而代之的是脉冲方式。脉冲方式充电时充电器调整管工作在开关状态，完全截止时不耗电，完全导通时调整管上电压降也很少，因而调整管功耗很小，可以有效控制充电器温升。这样设计的另一个目的是为了让电池有一个恢复时间，从而减少大电流产生的热量，使电池发热控制在一个可接受的水平。现有的中高档快速充电器，基本都采用这个方法。而对于要采用大于1C的超高速充电电流来进行充电，脉冲法就有些力不从心了。现在采用的基本都是脉冲法加去极化反应相结合的方式。就是在脉冲法的基础上，待充电周期完成后，插入一个极短暂的放电周期，来抵消过大的充电电流产生的极化反应，从而将电池热量控制住，并有效抑制电池内部材料的枝状晶化效应。这种方法一般只有在比较专业的充电器（例如航模玩家所用的专业充电器)上使用，这类充电器往往可以做到用2C～3C的电流对电池进行充电。另外，因为充电初期镍镉电池对电能接收程度接近100%，所以几乎所有的能量在充电开始的3/4期间被吸收，而且电池保持不发热。因此我们设计超快速充电器时可以利用该特点，在几分钟内将电池充到总电量的3/4，以几C的电流充电而无热量产生。充到总电量的3/4后，再以较低速率继续涓流充电，直到电池充满。大部分号称15分钟充电器的充电都是基于这个原理。

另外，由于一般电动工具采用多节电池串联使用甚至串并联组合来同时提高输出电压和电流，因此充电时必须面对的另一个问题就是电池间平衡的问题。所谓电池平衡指的是多节电池之间容量和输出能量不一致，从而导致整个电池包能够输出的总电量只能达到其中最弱电池的电量，而且电池容量的失配随着使用过程会持续加剧。在大多数情况下，引起电池失配的原因是生产过程对工艺和操作方法控制不严以及检测手段不完善，通常不是因为材料的化学属性发生变化。因此我们有可能通过适当的外部测试加以改善或者判别。电池失配的问题在锂离子和锂聚合物电池以及铅酸电池串联使用时尤为严重，但镍氢、镍镉电池因为在充电完成后继续充入的电能大部分会经由温度升高变成热量散发出去，所以可以采用适当延长补充充电时间来保证最弱的电池也能充满。不过对于高速大电流充电时还是要相应采取一些措施，例如适当控制高速充电时间，在高速充电完成后采用一到两个补充充电周期和涓流充电周期，适当调整$\Delta T/\Delta t$设定阈值，以尽量保证最弱电池也能充满，并尽可能单独测量电池组中每节电芯的充电温度等。这应是电动工具充电器研

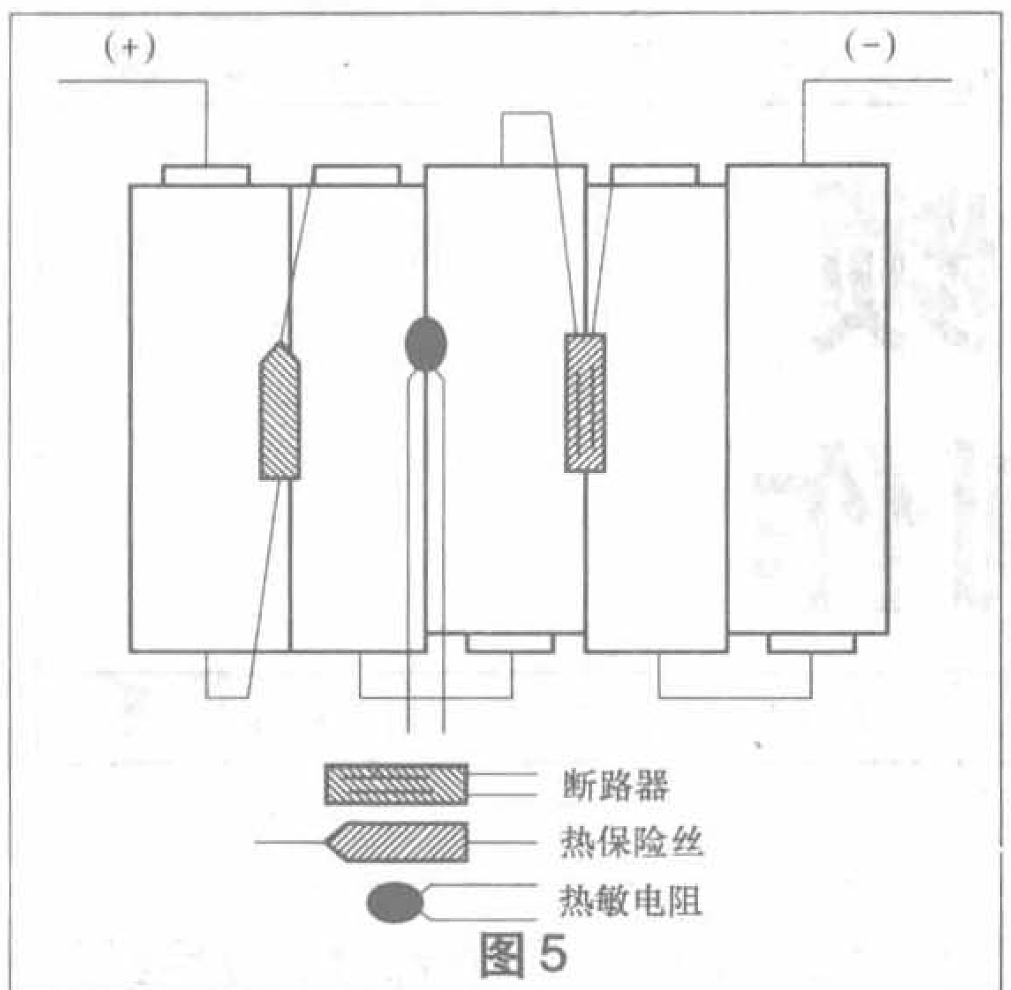


图5

究的方向之一。

为了有效保护电池模组，通常生产时已经在模组内串联了自复式断路器（动作温度70℃～75℃，动作后可恢复）和热保险丝（动作温度90℃，动作后不可恢复），以及温度检测用的NTC或PTC热敏电阻，如图5。这些元件在充电周期和放电周期可提供同样的保护。因此，设计充电器时可以充分考虑电池组内部元件的作用和限制，例如利用电池组内部的NTC来检测电池组温度等。在此结合一款成品充电器来讨论一下，内部电路见图6。

该电池模组内部有配备的NTC热敏电阻，并通过外部分别接T1、T2端来区分内装的电池是镍氢电池还是镍镉电池，配套充电器则采用单片机配合不同的两组电路模块分别判断不同情形下的NTC阻值，并且该产品还有一个由VT2、VT3及附属电路组成的独立的过温保护电路，该电路与上述测温电路共用同一颗NTC。如图6，电路上半部分是采用TOP247Y的高输出功率的开关式电源(SMPS)，其输出绕组L2提供5V电源供MCU及其他控制电路使用，L4输出最高达36V的电压供电池组充电，该电压经VD10、R28受控于MCU。MCU通过检测R32、R33电流检测电阻上流过的总充电电流和R30、R31上检测到的电池组电压判断电池状态，通过电池组内部NTC判断电池体温度，综合之后提供一个PFM（PWM）信号经VD10、R28控制SMPS的工作频率比，从而提供合适的输出完成整个充电过程。VT2、VT3及其附属电路配合电池组内NTC提供一个过温保护功能，并且该功能模块完全独立工作，不需MCU等其他干预，其输出经由VD11、R27控制SMPS。另外，该电路还通过VD9、VD14提供一个独立的电池组过压保护，当电池组电压超限时VD9、

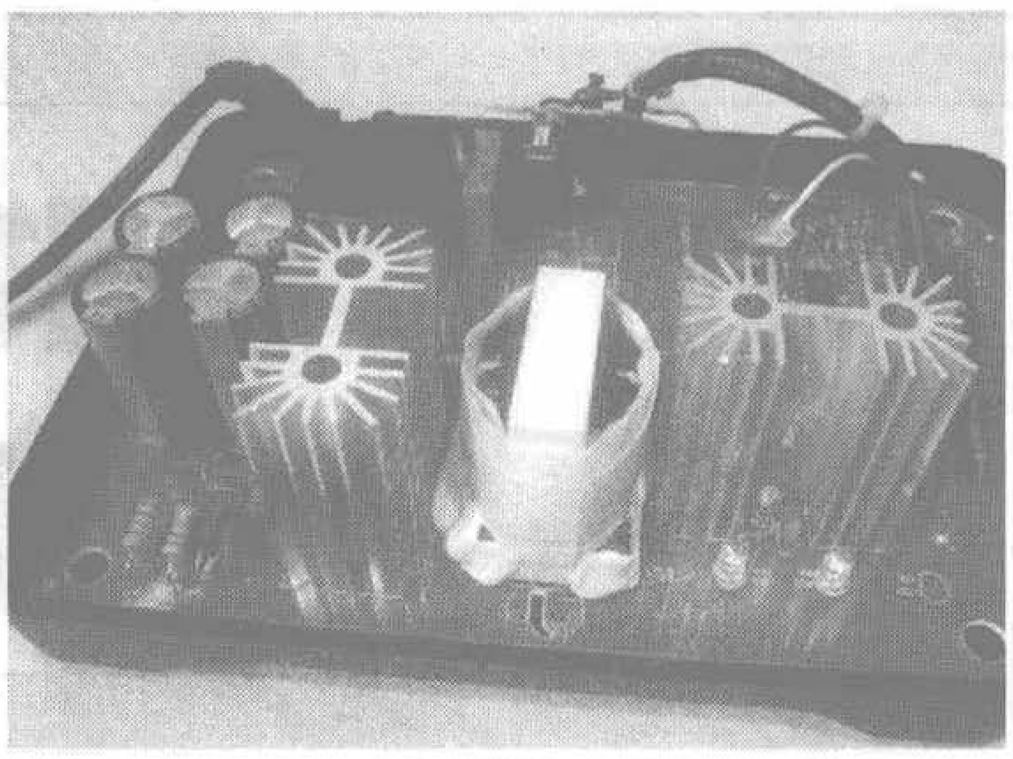


图7

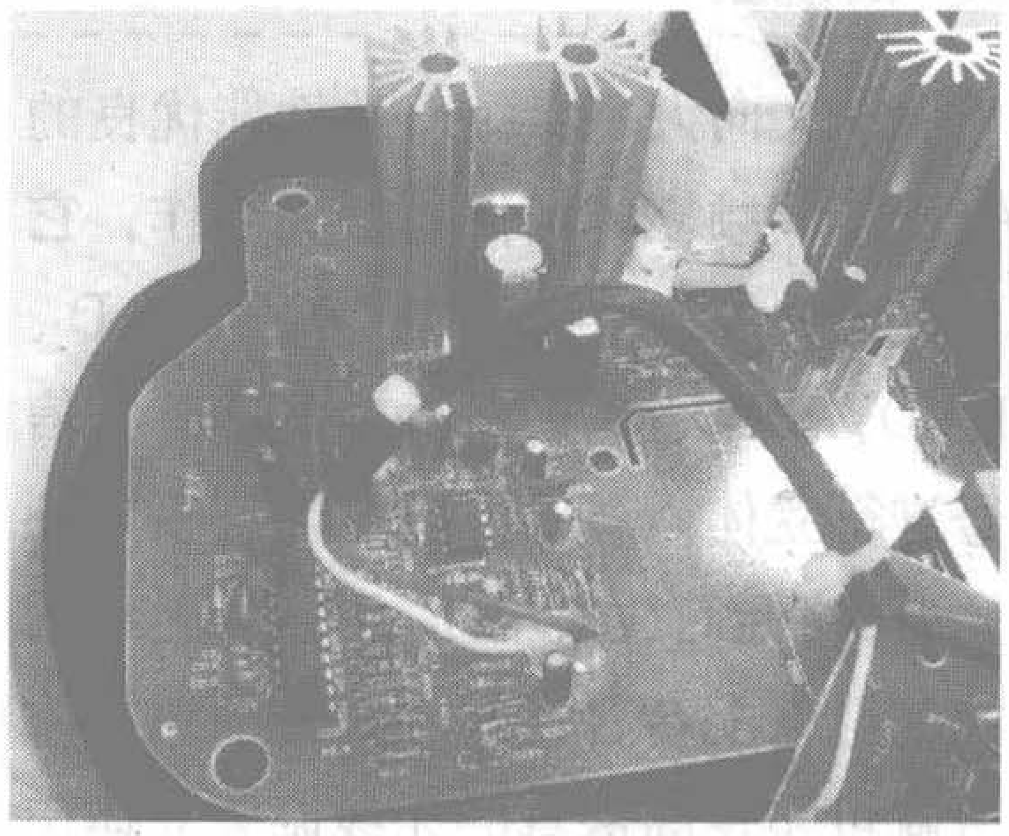


图8

VD14导通，关闭SMPS输出从而达到保护目的。由该电路组装的实体充电器见图7和图8。

本文在此仅仅就产品设计角度讨论了充电电池在电动工具中的应用，希望能够起到抛砖引玉的目的，引起广大工程人员进行更多的研究和改进，促进我国电动工具产业的快速发展。

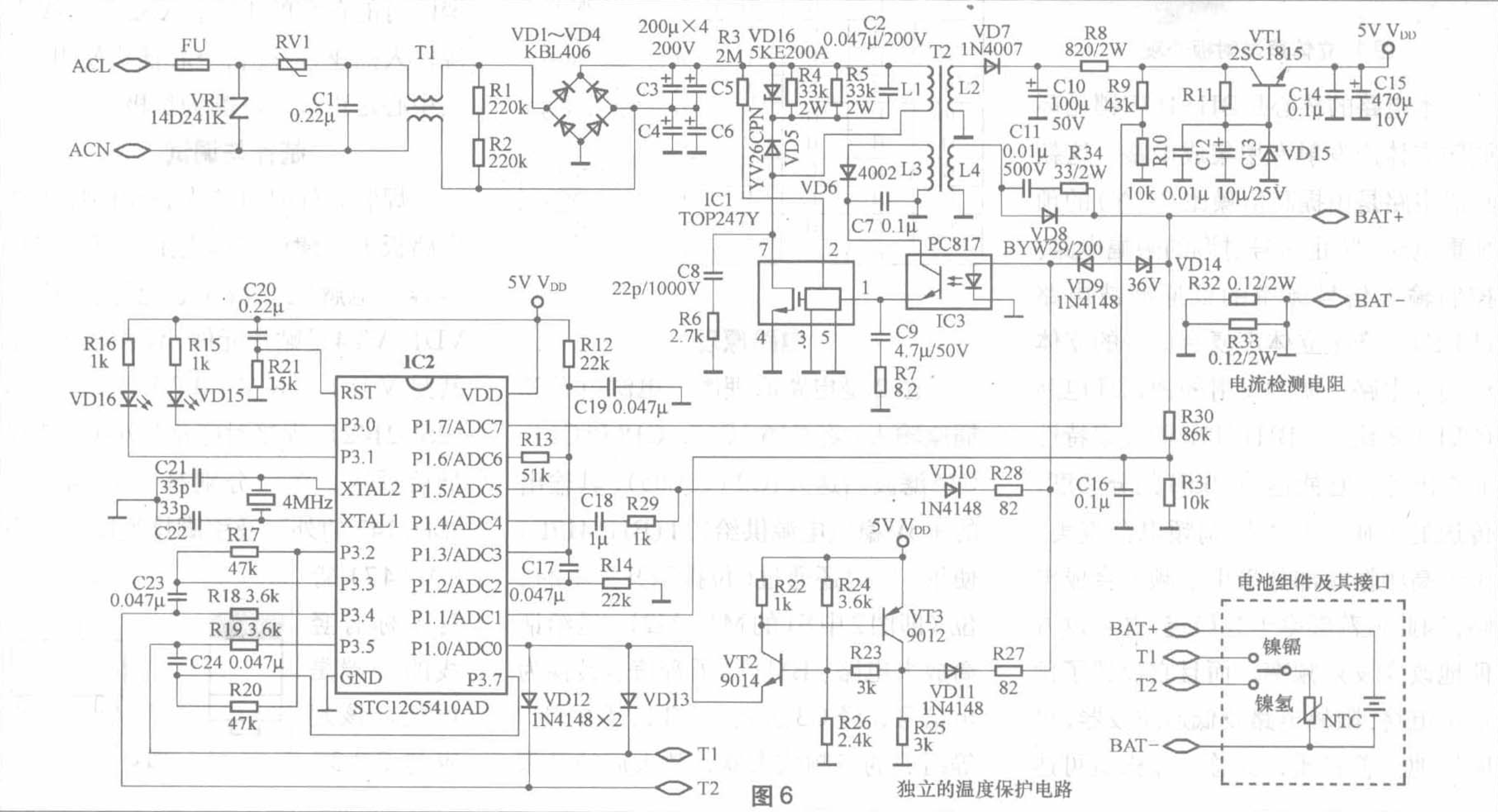


图6

BH1417F锁相环调频立体声发射板的制作

文/王晓鹏

本文向大家介绍一款性能优良的锁相环调频立体声发射板的制作，它可以将计算机声卡、游戏机、CD、DVD、MP3、调音台等立体声音频信号进行立体声调制发射传输，板上还含有2路话筒放大电路，可以当无线话筒使用，配合普通的调频立体声接收机就可实现高保真的无线调频立体声传送。本电路制作调试简单，适合在校学生和无线电爱好者实习组装。外观如图1所示。

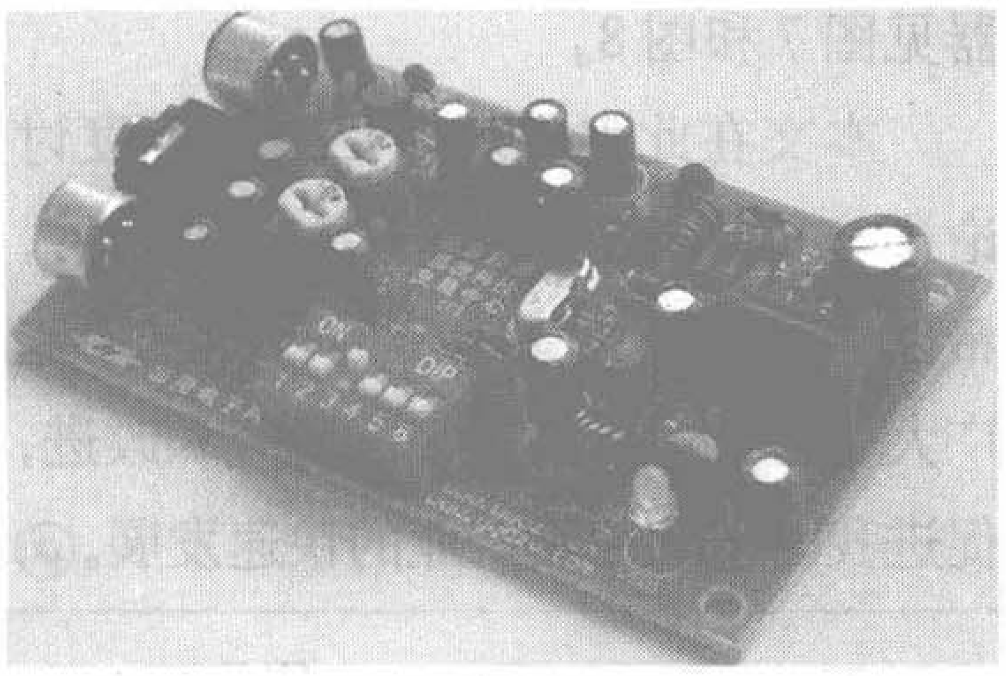


图1 立体声发射板外观

本电路的核心是BH1417F锁相环调频立体声发射专用集成电路。这款集成电路是由提高信噪比（S/N）的预加重电路、防止信号过调的限幅电路、控制输入信号频率的低通滤波电路（LPF）、产生立体声复合信号的立体声调制电路、调频发射的锁相环电路（PLL）等组成。BH1417F的频率特性非常出色，它能达到40dB的分离度，传送的音质可与本地调频电台媲美。由于高频振荡部分采用了频率合成电路，因此振荡频率十分稳定，并可以方便地改变发射频率，而且它设置了预加重电路、限幅电路及低通滤波器，可明显地改善音质，其总谐波失真可达到0.3%，RF输出电平为100dB。BH1417F采用了贴片式SOP22封装，内部结构及各引脚功能可参考其数据手册（可在http://www.rohmelectronics.com/downloads/products/focus/audio_lsi/bh1417f.pdf上查阅）。

BH1417F适合87～108MHz调频广播频段，可由并行数据设置端改变发射频率，频点分为低段和高段两部分，每部分均可设置7个频点，一共14个频点。各点频率设置可参看表1。

表1

序号	D0	D1	D2	D3	频率
1	L	L	L	L	87.7MHz
2	H	L	L	L	87.9MHz
3	L	H	L	L	88.1MHz
4	H	H	L	L	88.3MHz
5	L	L	H	L	88.5MHz
6	H	L	H	L	88.7MHz
7	L	H	H	L	88.9MHz
–	H	H	H	L	停振
8	L	L	L	H	106.7MHz
9	H	L	L	H	106.9MHz
10	L	H	L	H	107.1MHz
11	H	H	L	H	107.3MHz
12	L	L	H	H	107.5MHz
13	H	L	H	H	107.7MHz
14	L	H	H	H	107.9MHz
–	H	H	H	H	停振

电路原理

图2是电路原理图。电源由XS2插座输入，经C16、C17、C18和C14、C15滤波后送入IC2（78L05），其输出的+5V稳压电源供给IC1（BH1417F）使用，同时还通过6位拨码开关中的2位（即图2中S1的M1、M2），送给话筒放大电路。BM1将语音信号转换为电信号，经C3送入由VT1、R6、R7等组成的音频放大器，放大后的音频信号经C5至RP1调节音量，最后经过C6送入IC1的左声道信号输入端。BM2、VT2、RP2、C24等组成右声道音频放大电路，送入IC1的右声道信号输入端。IC1外围元件基本上采用的是标准接法。

D0、D1、D2、D3（即IC1的15～18脚）接S1的4位开关，用于设置发射频点。复合后的调频立体声载波信号由IC1的11脚输出，经C36耦合，送入由VT3、R21、L3、C37等组成的高频放大电路，放大后的信号通过C38送入天线W发射出去。外接音频信号从XS1输入。VD2是电源指示。电路中使用了C11～C18，C31、C32、C39、C40等多只电容并联，在电路的不同位置，作为电源多级滤波，以此消除可能存在的干扰。XS2是外接电源输入插座，应配合空芯插头使用，插头中心是正极，外圈为负极。

制作与调试

焊装元件时可依次将元件焊接在电路板上。建议先焊电阻，再焊瓷片电容、电解电容和其他元件。IC1、VD1、VT4是贴片元件，体积较小，尤其是VD1（KV1471）和VT4（2SD2142），焊接时应格外小心，建议最后焊接。图3分别是KV1471、2SD2142的外形及引脚排列图，其中KV1471管身上标有竖线的一端是负极，该端应与C33、

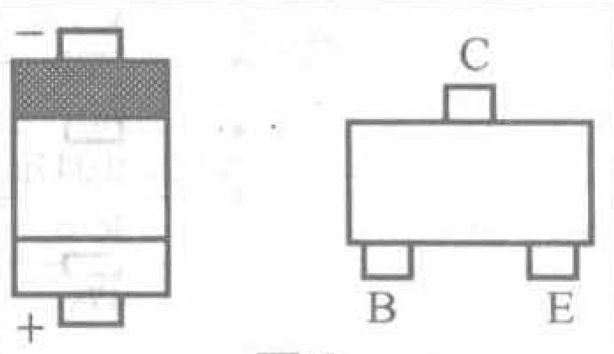


图3

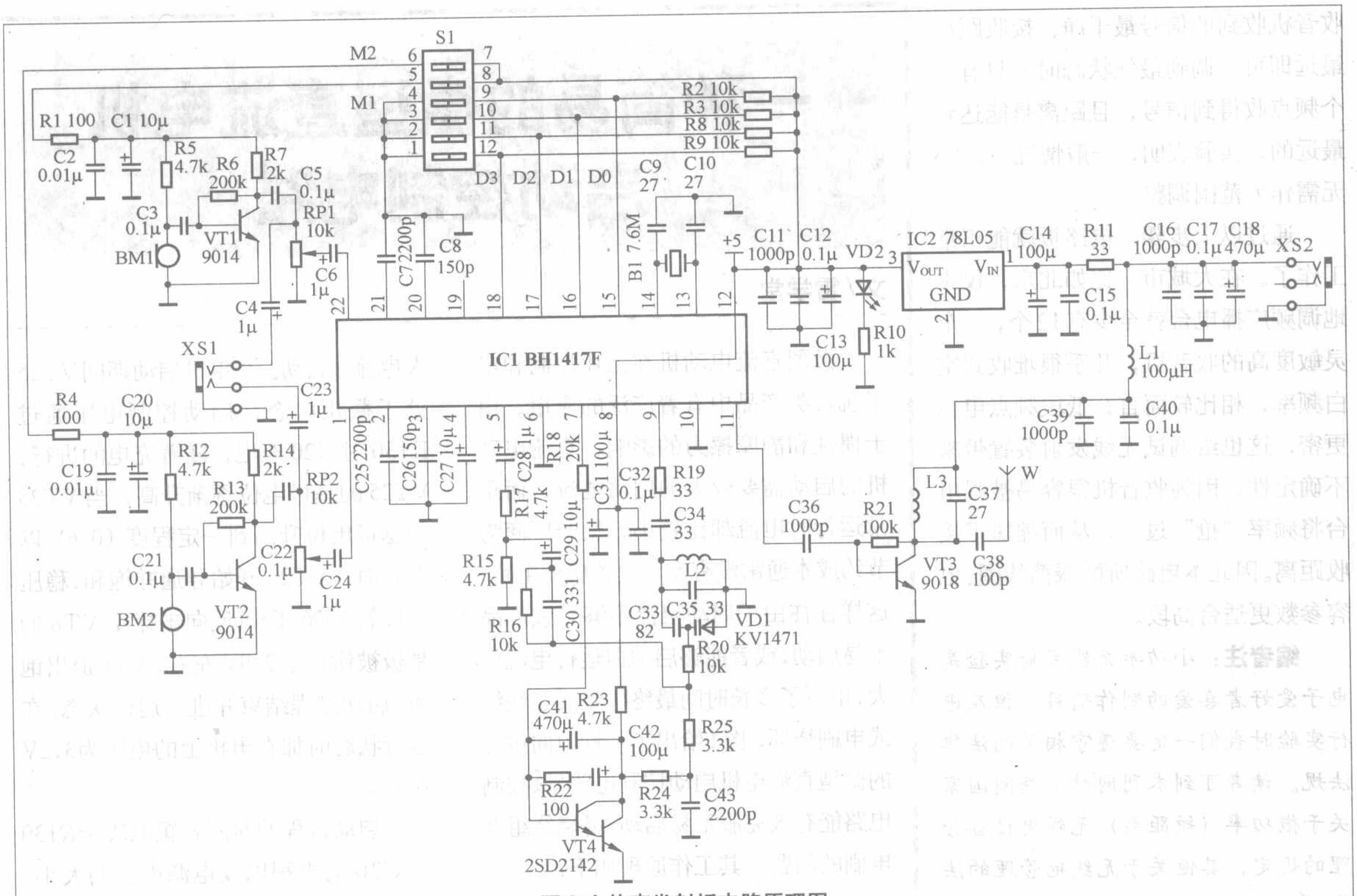


图2 立体声发射板电路原理图

R20相接；另一端是正极，应与“地”相接。天线W可用1m左右的电线代替，亦可用效果更好的拉杆天线。

印制板上的J1、J2是短接线，可用多余的元件引脚线跨接。所有元器件焊接完毕后，应仔细检查，确保无错焊、漏焊、虚焊的现象。无误后即可开始电路调试。调试时，电源需使用8V～12V的优质直流稳压电源，最好使用电池作为电源，以消除由电源带来的交流背景噪音，可以获得最好的音质。调试最好配合具有数字频率显示的高灵敏度调频立体声收音机进行。将拨码开关S1的M1、M2位置于“ON”，让话筒处于工作状态。S1中的D0、D1、D2、D3位可参照表1的频点进行预设，每位置于“ON”时，该位处于低电平，即表1中的“L”。本电路的元件参数适合工作在高段，即表1中序号8～14的频点，如需电路工作在低段，即表1中序号1～7的频点，电路可能会存在不易起振的现象，此时需适当调整C35、L2，可以增大C35的电容值，或将L2增加1匝一试。

电路调试的关键是L2。将收音机调谐到预设的频点上，将本电路板通电，对话筒讲话，看监听收音机是否收到信号，如没有收到信号，可适当拉伸L2，一般即可收到信号。仔细调整L2，拉伸或压缩，使收音机收到的信号最稳定、背景噪音最小。在业余条件下，确定BH1417F芯片锁相环电路是否工作在最佳状态，可以利用收音机是否能立即收到信号来作简单判定：若收音机能立即收到信号，且电路板音频输入信号调至最低时，收音机开大音量，背景没有其他多余的高低频噪音，表明锁相环电路工作基本正常；如果延时几秒才收到信号，说明锁相环电路工作点还不太稳定，此时还需再细调L2。

使用外接音频信号源时，应将M1、M2置于关闭状态，让话放电路停止工作。一般情况下，用电脑、MP3、CD、影碟机、随身听等都可以做音源。传输到发射板的音源须用尽可能短的屏蔽线，注意发射板和音源之间不能存在交流信号差。实际上，当音源和发射板都用市电时，很容易串入交流声恶化音质。解决的方法是其中一样用电池供电或者全部用电池供电，或者将两者装入一个屏蔽盒甚至共用电源线。一些低端的音源本身就有较大的杂音，音频线的地线一定要接对，否则，杂音很大。音频信号不是单一的信号，而是一个频段的信号，所以，建议有条件的朋友最好在无线发射板前增加一个无源的音调控制部分，这样可以适当地调节最终的听觉效果。这可以在一定程度上改善音质。

高频放大电路的调试可以使用场强仪，也可以用拉开收音机与发射板距离的方法来调试。轻微拨动L3，使

收音机收到的信号最干净、接收距离最远即可。调到最佳状态时，只有一个频点收得到信号，且距离是能达到最远的。实验表明，一般情况下，L3无需作大范围调整。

通过以上步骤，电路板就能正常工作了。在大城市，比如北京，仅本地调频广播电台就至少有12个，一个灵敏度高的收音机，几乎很难收到空白频率，相比较而言，低段频点电台更密，这也给调试无线发射装置带来不确定性，因为收音机很容易被强电台将频率“抢”过去，从而缩短了接收距离。因此本电路所配振荡线圈、电容参数更适合高段。

编者注： 小功率无线发射实验是电子爱好者喜爱的制作项目，但在进行实验时我们一定要遵守相关的法律法规。读者可到本刊网站上查阅国家关于微功率（短距离）无线电设备管理的规定，其他关于无线电管理的法律法规也可到http://www.crsa.org上查阅。

北京鹏博易捷科技发展中心
专营电子制作教学套件器材

BH1417F 锁相环调频立体声发射板散件36元／套，成品46元／套，详见上文介绍。
无线编码遥控门铃教学套件，详见2007年第3期介绍，送12V电池1粒，32元／套。
555集成电路48种实验套件，48元／套，配40多种规格、100多只元器件和一本近200页的翔实配套指导手册，平均一个实验只需1元钱！详见《无线电》2006年第9、10期文章介绍。
AE单片机综合学习仿真开发系统板 直接支持5*、205*、AVR、24**，93**等系列芯片编程，包含51全系列仿真模块，支持KEIL C51 IDE开发仿真环境，配套光盘含70余个实例，465元／套。
DT830B数字万用表 全套散件18元／套，19挡量程含电池、表笔，附详细装调资料。
MF47 改进型指针万用表 全套散件36元／套，24档量程，含表笔，泡沫包装，附图。
F30-5调频无线对讲机 全套散件255元／对，附详细装调说明。成品机325元／对。
集成电路CD1691调频调幅收音机 散件25元／套。同时经销86型面板单线制1路、2路、3路等多种学习型数码无线遥控开关，详见网站介绍。
更多器材资讯请登陆
【应用电子网－电子制作套件天地】
www.yydzw.com 或 www.yydzw.cn
联系地址：（100086）北京中关村大街28-1号 宝莱特电子城107号
收款人：张利哲 农业银行（金穗）卡：95599 8001 42016 79611
户名：王晓鹏
业务电话：010-86378708 技术咨询：13366229792
E－mail：wxpht@sina.com 邮资8元／次，快递15元／次。

一种简易的微型直流电机启动控制电路

文／雷学堂

微型直流电动机在工业控制和电子玩具类产品中有着广泛的应用。由于惯性和静摩擦力的影响，直流电动机的启动需要较大的启动电流，而正常运行时电流却比较小。生产厂商为节约成本通常没有专门设置启动电路，这样往往由于启动电流不够导致产品不易启动，或者能够启动但运行电流偏大，用不了多长时间最终导致转子绕组或电刷烧坏。图1给出了一种单向运行的微型直流电机启动控制电路，该控制电路能有效克服不易启动、易烧绕组及电刷的问题。其工作原理如下：

当启／停控制端为高电平时，VT6、VT16、VT8相继导通并饱和，加到直流电机上的电压V_{CC}较高(大约为V_{CC}−1V)，电机实现较高电压（较大电流）启动。在电机启动期间VT25处于截止状态，启动控制电压通过R130对C20充电，随着充电的进行，VT25的基极电位逐渐升高，当VT25的基极电位升高到一定程度（0.6V以上）时，VT25开始导通并饱和，稳压二极管VD6工作(反向击穿)，VT8的基极被钳位于3.9V左右，VT8退出饱和，启动过程结束并进入运行状态，在运行状态时加在电机上的电压为3.2V左右。

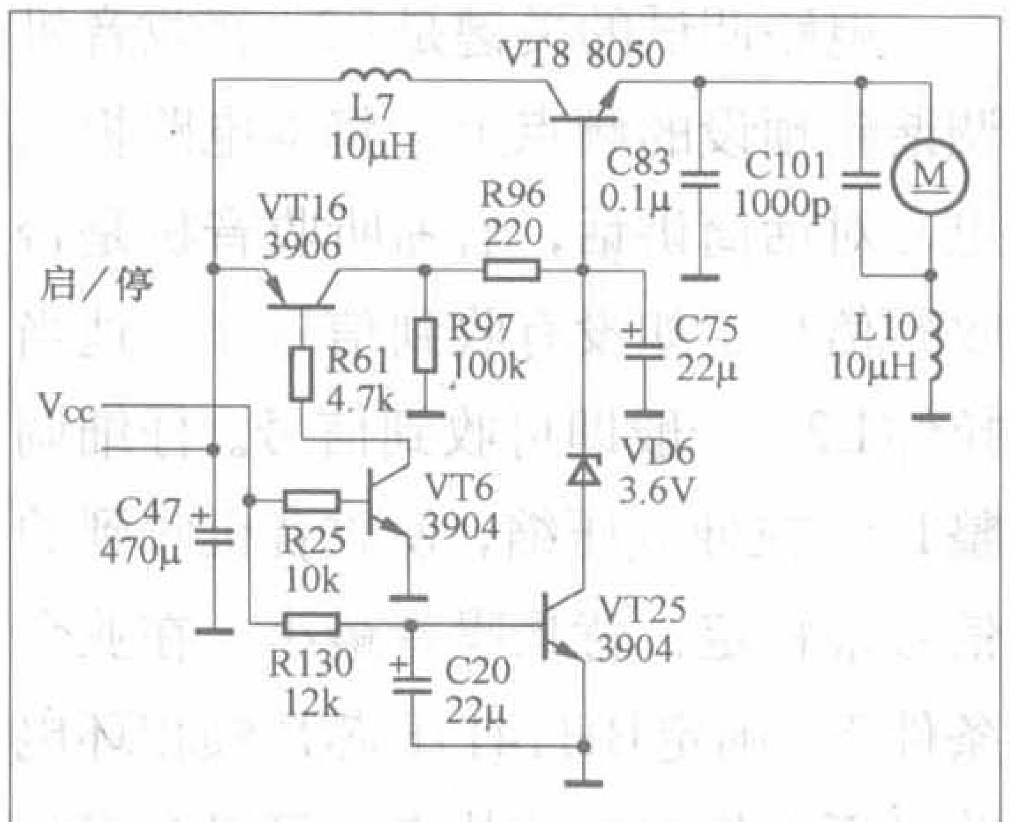


图1 单向运行直流电机启动控制电路

启动过程的时间长短取决于$R130\times C20$的乘积以及电源电压的大小，$R130\times C20$的乘积越大或V_{CC}越低则启动过程越长，反之越短。启动转矩（启动电流）的大小主要取决于R96，R96越小启动转矩越大。R96太小会导致流过VD6的电流过大，不节能而且可能烧坏VD6；R96太大会导致启动转矩小，甚至VD6不能被击穿从而不能由启动进入运行状态。一般选择R96大小的原则是使（$V_{CC}-0.6-V_{VD6}$)/R96稍大于VD6的击穿电流即可，其中V_{VD6}为稳压二极管VD6的击穿电压。如果要实现直流电机的双向运行可采用图2所示电路。

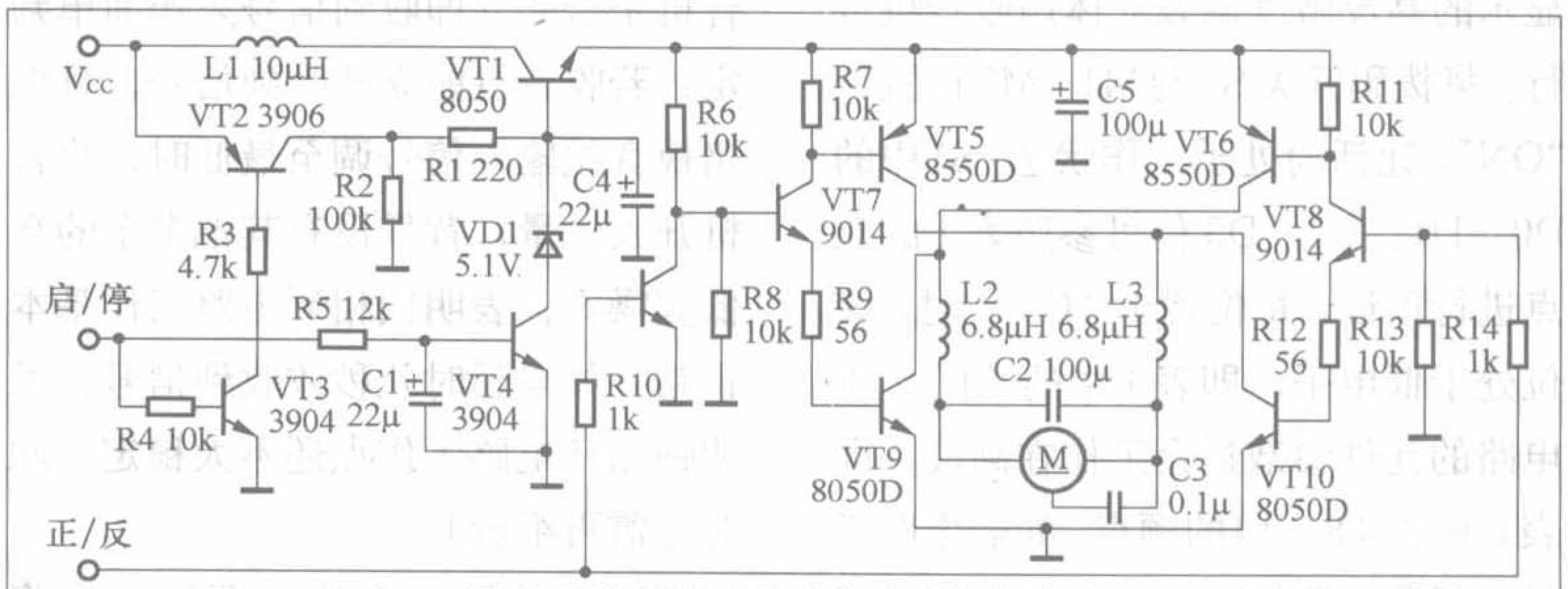


图2 双向运行直流电机启动控制电路

改进型扬声器保护电路

文/李友德

目前采用分立元件的扬声器保护电路基本上采用图1、图2所示的两种电路，其主要功能是上电延时接通扬声器（延时时间由R5、C5决定）和检测输出中点电压。当输出中点电压偏离零点一定幅度时，自动关断继电器来保护扬声器，灵敏度由R1、R2、R3决定。

图1和图2电路原理基本相同，图2中采用三极管VT1、VT2代替图1中的整流桥和三极管VT1，这里只分析图2。当L-IN输出正电压时，三极管

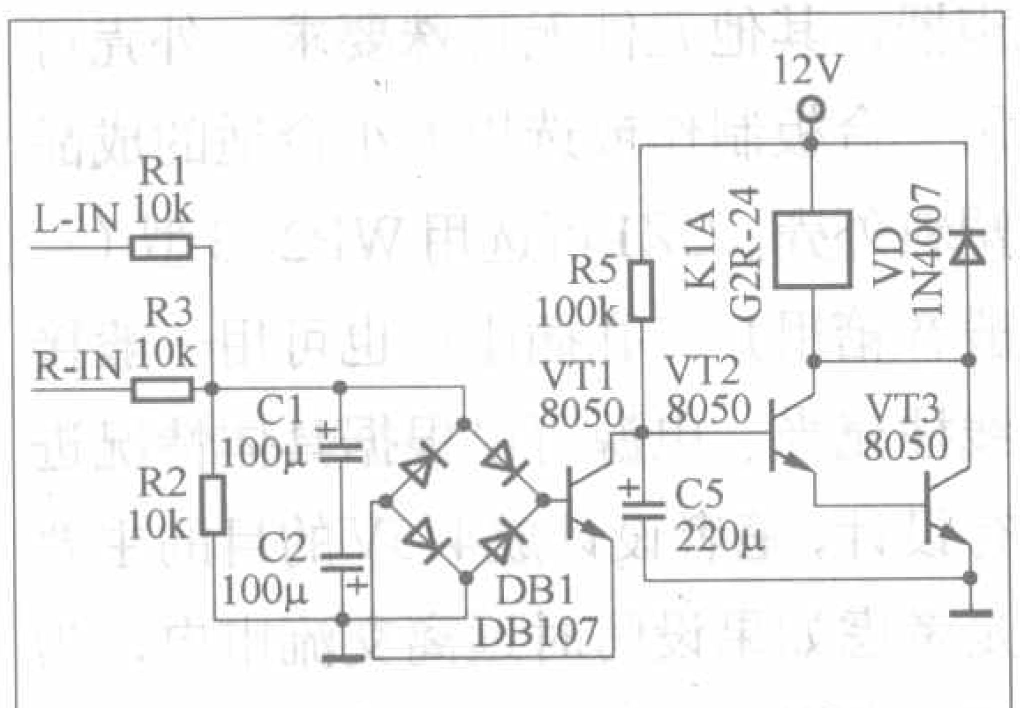


图1

VT1截止，VT2导通，达林顿管截止，继电器断开；当L-IN输出负电压时，三极管VT1导通，VT2截止，达林顿管截止，继电器断开。初看这两个电路没有什么问题，经过测试发现，在L-IN接入1.5V电池，继电器立即断

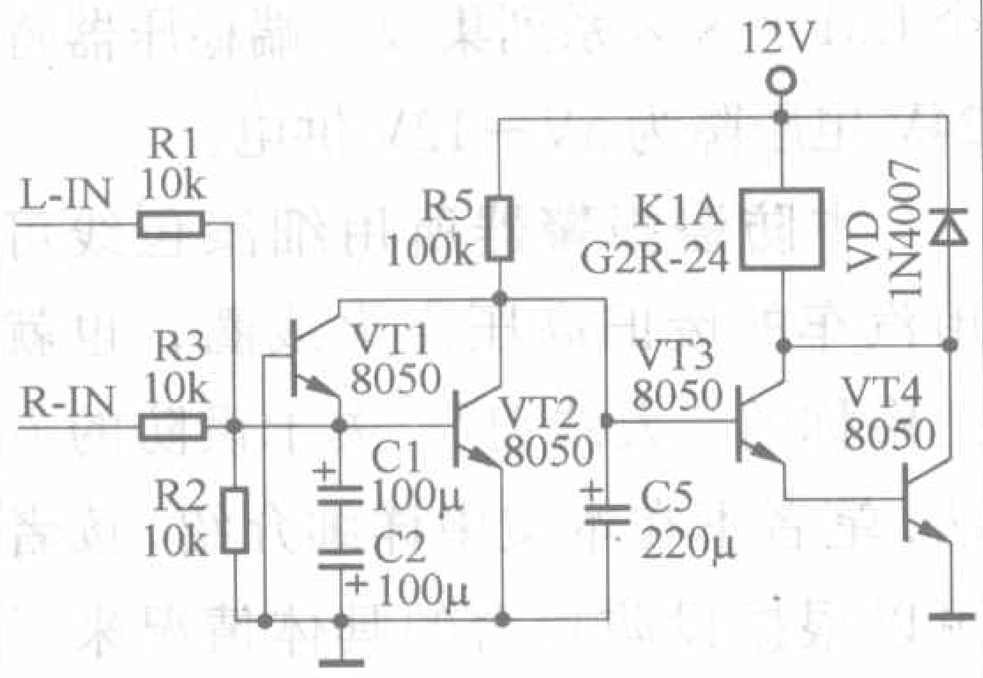


图2

开，而电池反向接入，继电器却不会断开，L-IN接入负电压低于-4V时，继电器才会断开。仔细分析会发现在L-IN加入正电压时，电流只经R5、VT2回到地；而加入负电压时，电流经R5、VT1、R2回到加入的负压源，所以在输入为负电压时，由于R1的存在，在输入负电压不够大时，不能使VT1饱和，只有负电压比较大时，VT1才能饱和，保护电路方能正常工作。

不知道是不是设计者的失误，后人不加思考拿来即用，而且如上两种电路应用十分广泛。

为了解决上述问题，图3是笔者在图2的基础上改进后的电路，主要增加了三极管VT5和VT6，电路同样保留了简洁的风格。在该应用中，电源电压比较高（双28V交流），因此电压也改为24V。改进后的电路（中点电压检测灵敏度为±1.2V）经验证正向或反向接入1.5V电池，继电器均断开。另外在本电路中也将左右声道检测电路分开，避免串音和两声道输出电压相等、极性相反时保护电路无法检测出来。

当L-IN接入正电压时，VT2、VT5导通，电流经R5、VT5流向地；同理当L-IN接入负电压时，VT1、VT5导通，电流经R5、VT5流向地。此时，流过R5的电流不会流过R2，也是直接流入地，所以不受R2存在的影响，此电路灵敏度很高，能使继电器迅速关断。

VT6用于关机时给电容C5提供放电回路，正常工作时，VT6截止，当关机时，24V电压下降很快，-35V电压下降较慢，从而使VT6导通，C5放电。如果关机后立即再开机，延时电路也可以正常延时。而在图1和图2中，关机后电容放电电流很小，放电时间长，如果关机后立即再开机，延时时间会明显变短。如不需要此功能可以去掉R6、R7、VT6、VD3、C8。

同样R5、C5为延时电路，本电路实测延时时间约5s，可以根据实际需要进行调整。

电源部分交流28V输入，经整流后正压供保护电路使用，负压供关机放电电路使用。如果不需要放电电路，负压部分可不要；如果保护电路和功放电路位于同一电路板上，可以直接取功放部分的负压。

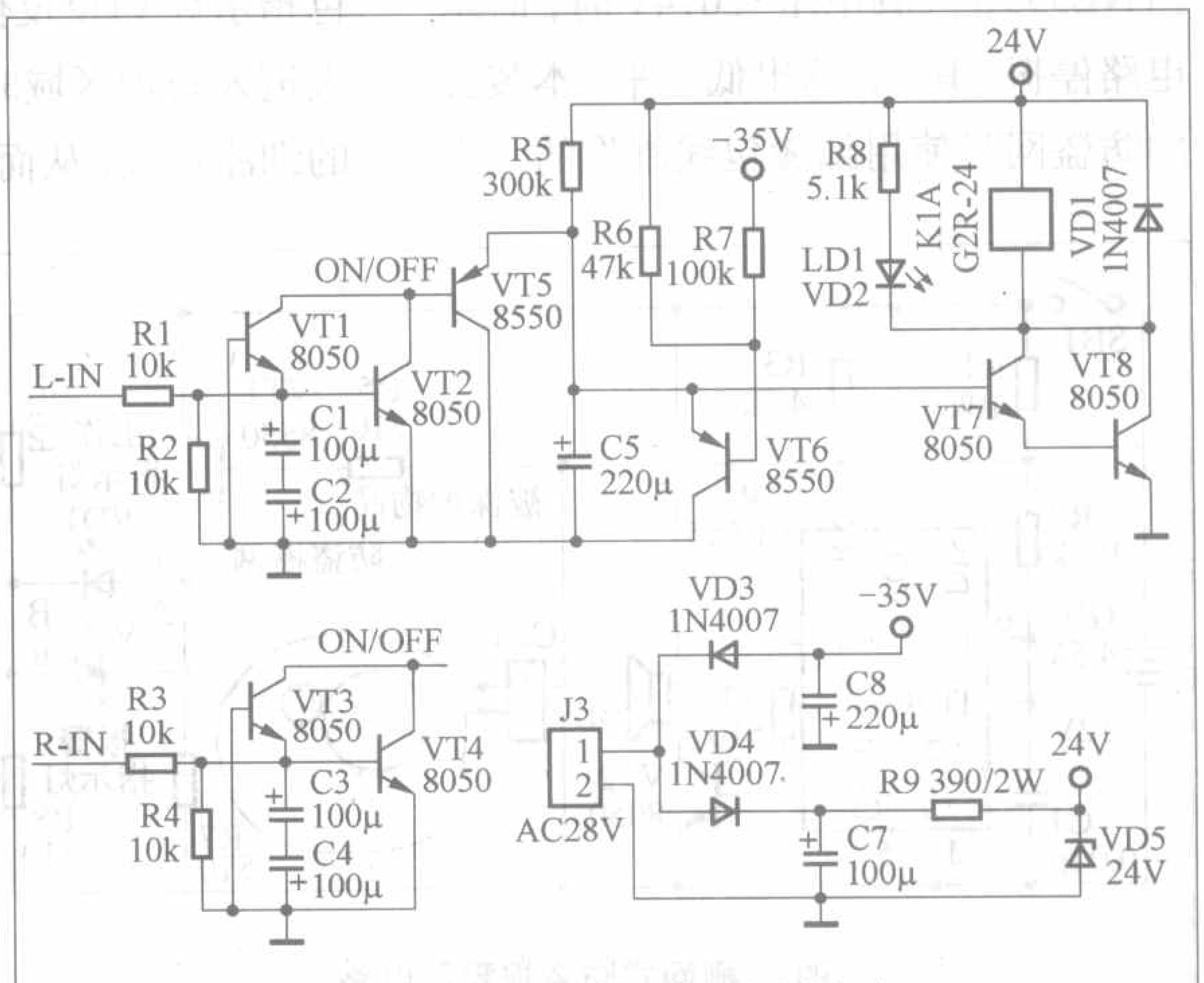


图3 改进后的扬声器保护电路

制作一款简单实用的栅网式防盗报警器

文 / 张晓光

本文向读者介绍一款适合初学者制作的防盗报警器。该防盗报警器电路简单、制作成本低廉、材料易寻、制作容易，它不受使用场所的客观条件和周围环境的限制，防盗、安守范围可大可小，防范布设方法简易，误报率极低。

电路原理

栅网式防盗报警器电路如图1所示。电路由两部分组成：一部分是由时基电路NE555和电阻R1、R2及电容C1共同组成的频率为1000Hz左右的音频振荡器，三极管VT2构成了音频功率放大器；另一部分是由VT1和电阻R6～R8、VD1、VD2共同构成的H桥式LED发光二极管驱动电路。其中“G”为绿色发光二极管，作为工作指示灯；“R”为红色发光二极管，作为报警指示灯。

本防盗报警装置的工作原理是：在设防时，利用NE555时基电路的复位端4脚的复位功能，强制其停振，即当NE555的4脚电压≤0.4V时，时基电路停振，其3脚输出低电平。本装置的防盗网是使用细漆包线制作的，用细漆包线纵横交错地将被防护物围绕起来，然后将漆包线的两头分别连接在电路中CZ1插座的两个插孔中。由图可见，电阻R3与防盗网细漆包线自身的电阻R0（这里设漆包线的电阻为R0）共同构成了一个分压电路，在R0连通时，NE555的4脚分得的电压小于0.4V，根据NE555第4脚的使能功能可知，此时无论电路工作于何种状态，都会被强行置位，其3脚输出低电平，VT2截止，报警器不发声。NE555的4脚分得的电压计算式为：$GB \times R0/(R3+R0)$，由于漆包线的电阻值R0远远小于R3的电阻，所以NE555的4脚电压也就小于0.4V。同时，此状态下VT1在偏流电阻R5的作用下导通，其导通电流回路为：GB+→SB1→VT1e→VT1c→（A→B→R8）//R7→GB－，由于VT1处于导通状态，将A点的电压拉到接近E1，而高于B点电压，所以绿色指示灯VD1被点亮，指示防盗报警器处于工作设防状态，红色指示灯VD2反偏截止不亮。一旦有人进入防护区域时必将刮断预先设防的细漆包线，从而使得电阻R0的阻值为∞，导致NE555的4脚电位在电阻R3的作用下被拉高。当该脚电压高于0.4V时，电路开始振荡工作，其3脚输出1000Hz左右的方波音频脉冲信号，该信号经VT2放大，驱动扬声器B发出报警声，同时在R3、R5的作用下VT1截止，此时电源GB的电流通过电阻R6→(B→A→R7)//R8→GB－，可以计算出B点的电压约为2.14V，A点电压比B点电压低1.85V（红色LED正向导通时其电压降约为1.85V），红色报警指示灯VD2点亮，绿色工作指示灯VD1熄灭。

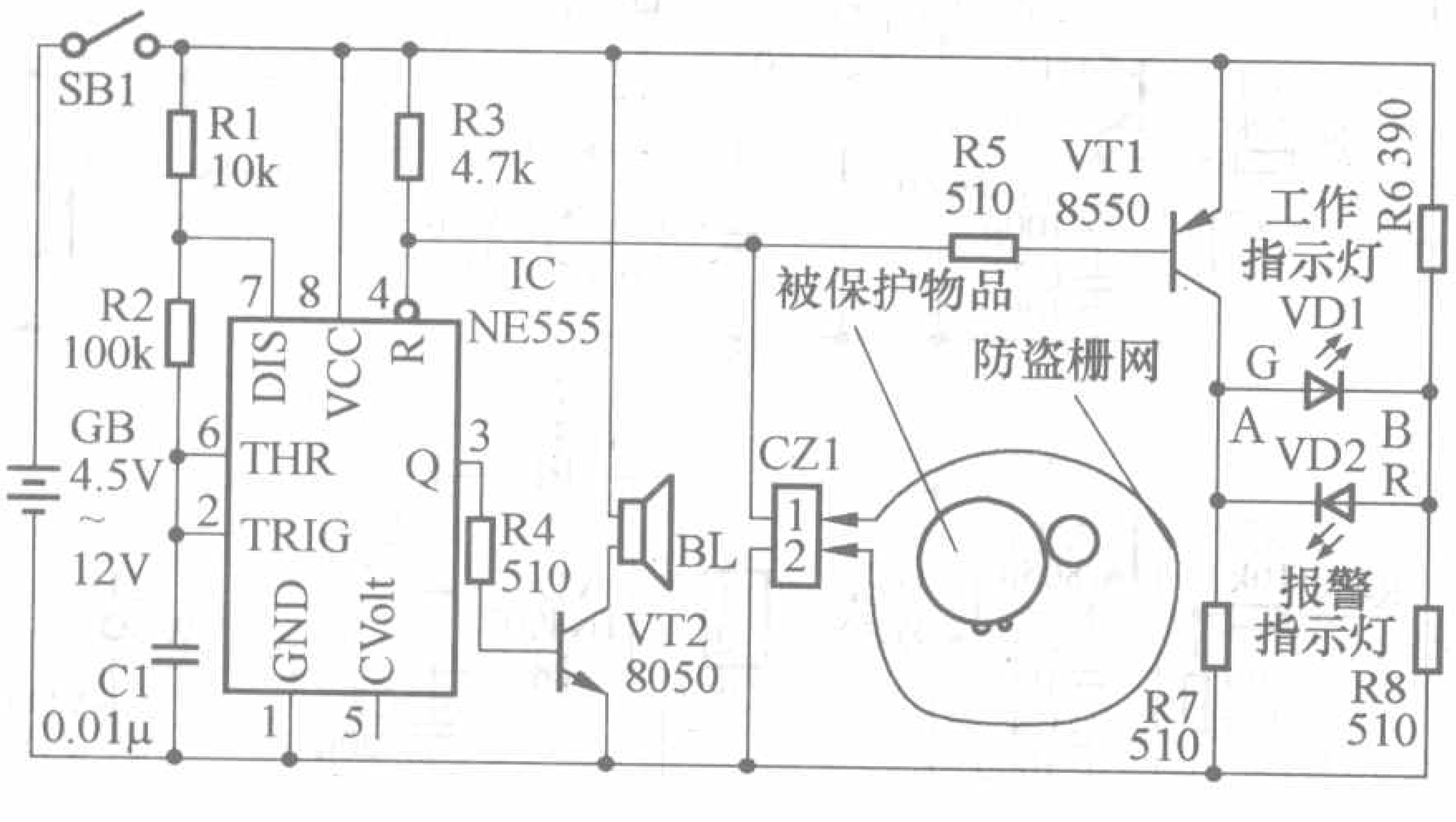


图1 栅网式防盗报警器电路

制作方法

本电路中的IC也可用其他型号的XX555时基集成电路代换，电阻用1/8W普通色环电阻，B可用8Ω小型扬声器，其他元件无特殊要求。外壳可用三合板制作或选用大小合适的成品塑料外壳。CZ1可选用WP2–3型（一般音箱用）二孔插座，也可用一般接线柱充当。电源可以根据具体情况进行设计，笔者设计成4.5V的目的主要是考虑如果设防时远离交流市电，为节省费用，降低NE555待机电流，故用3节1号电池供电。如果接12V供电的汽车电源，应适当增大R6、R7、R8的电阻值，以限制流过发光二极管的电流在5mA～10mA为宜。对于使用24V供电的汽车，由于NE555极限工作电压为18V，故不能直接供电，要经过一个降压、稳压装置后才能向本防盗报警器供电，典型的方法是用一个LM×××系列集成三端稳压器将24V电压降为5V～12V供电。

本防盗报警器所用细漆包线可用汽车的废旧高压点火线圈，也就是俗称的“大线包”。关于设防的方法，笔者不在本文中详细介绍，读者可以根据设防场合的具体情况来灵活设置。

PT7M61 01/02的典型应用方案

文/方佩敏

编者按：本刊2007年1期发表了《PT7M6101X及其应用》一文，受到广大读者的欢迎，并收到很多申请样片的来信，信中也提出了一些问题，要求进一步了解其应用设计中的典型方案。本刊为满足读者要求，刊登此文，供读者参考。

PT7M61 01/02是两种新型电压检测IC（以下简称6101及6102），其差别仅仅是内部基准电压不同，前者为100mV，后者为200mV。本文用6101为例介绍其典型的应用电路设计方案及相关计算。

电压检测器应用范围极宽，本文介绍两种典型应用电路：防止电池过放电电路及防止大功率器件过热电路。

1.防止电池过放电电路

无论镍镉、镍氢电池或锂离子电池都有一个终止放电电压，若电池已达到终止放电电压时还继续使用，则电池进入过放电状态，对电池有损害，会影响其使用寿命。镍镉、镍氢电池的终止放电电压为1V，锂离子电池的终止放电电压为2.7V。如果在便携式电子产品中增加一个防止电池过放电告警电路，用户将会受益。在设计上采用SC70-4或S0T23-5的电压检测器，再加上几个贴片式元器件，占印制板面积不大，成本也不会很高，耗电不太大（约20μA左右）。

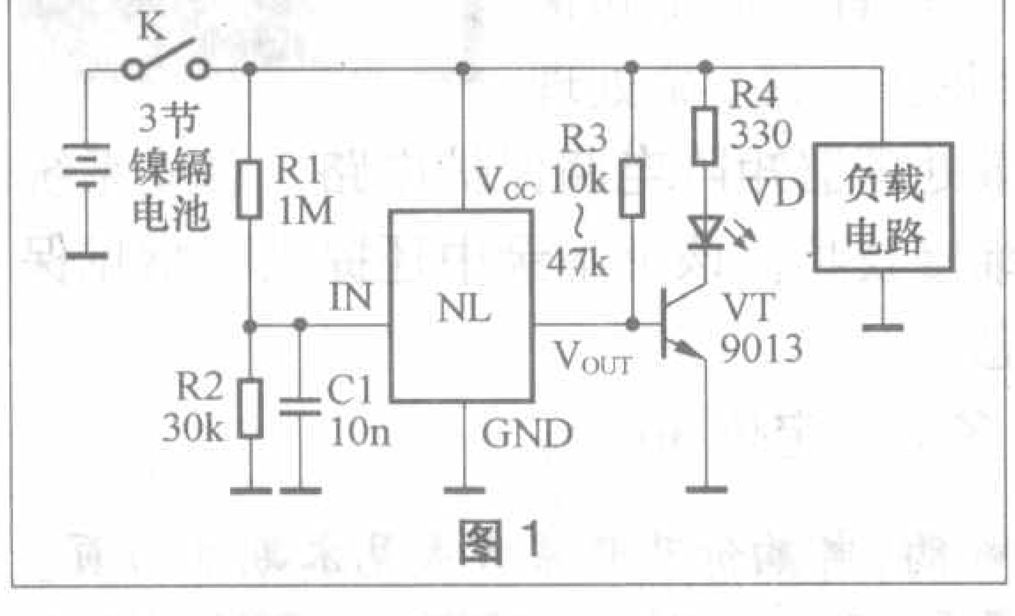


图1

采用开漏输出电压检测器组成的防止电池过放电电路如图1所示。在本电路中，要检测的电压就是供电电池的电压。当到达终止放电电压时，VD亮，提醒用户该充电或换电池了。电路工作原理如下：在电池电压大于终止充电电压之前，V_{IN}>100mV，NL型电压检测器输出为L，VT的基极为低电平时，VT截止，LED不亮。当电池电压下降，使V_{IN}≤90mV时，NL型电压检测器输出H、VT导通，LED亮，指示已到终止放电电压了。

参数设定及计算：要设定及计算元器件R1、R2、C1、R3（R_{PU}）、VT、R4的参数。

（1）R1、R2的设定及计算

为让用户在VD亮时还可使用一段时间，镍镉、镍氢电池设终止放电电压为1.05V/个。若为3节电池，则终止放电电压为3.15V。因为电压检测器的输入端是比较器的同相端，所以阻值可取得较大。计算公式如下：

$(R1+R2)/3.15V=R2/90mV$

设$R1$=1MΩ，则计算得$R2$=29.4kΩ，取30kΩ；

（2）$C1$可取10nF～100nF（它可滤去输入电压中的纹波电压）；

（3）$R3$可取10kΩ～47kΩ；

（4）$R4$可按下式计算

$R4$–(3.15V–1.8V)/4mA=0.337kΩ（取330Ω）

式中1.8V为VD的正向压降，4mA为VD的电流；

（5）VT采用9013。

如果采用CL型电压检测器，其电路如图2所示。可从图2中看出，电路比图1少了一个电阻及一个9013。由于CL型的电流是由V_{CC}→P-MOSFET→R3→VD，VD的电流一般取2mA～3mA较为合适（采用高亮度LED）。

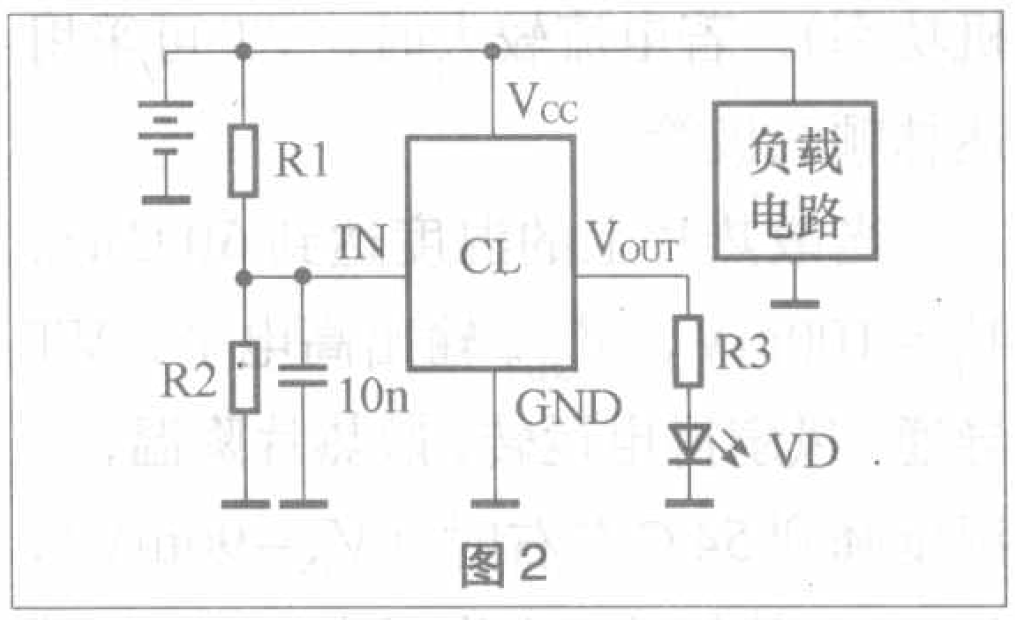


图2

2.防止大功率器件过热电路

大功率器件除采用散热片外，往往还需要采用散热风扇散热。一种采用LM35温度传感器、CH型电压检测器、风扇驱动三极管及直流无刷风扇电机等组成的防止大功率器件过热电路，如图3所示。

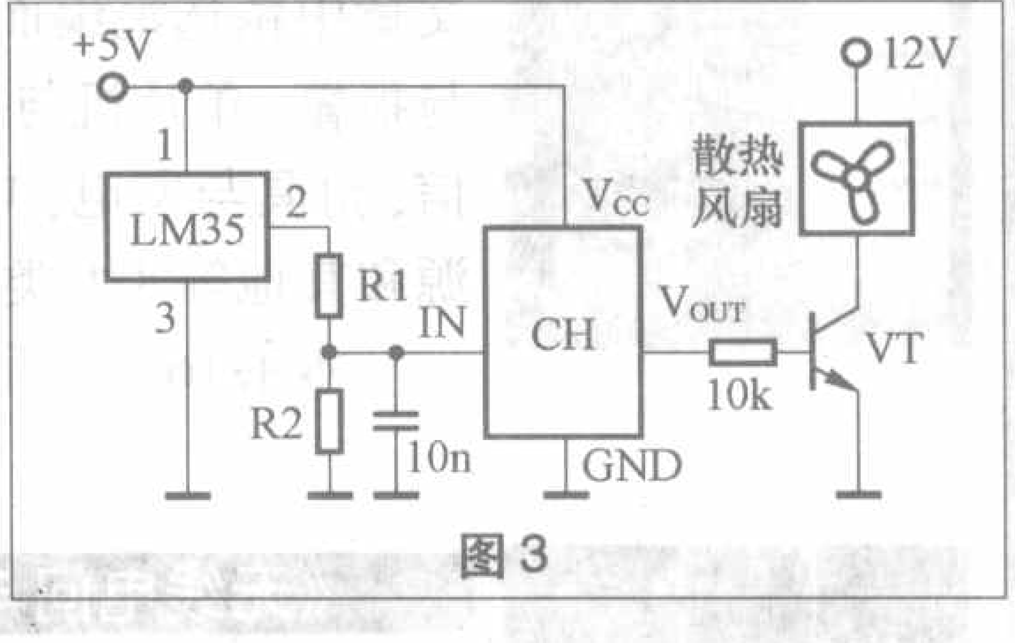


图3

LM35温度传感器安装在大功率器件的散热片上，用来检测散热片的温度。LM35为TO-92封装，工作电压4V～20V，检测温度2℃～150℃，输出灵敏度为10mV/℃，检测温度精度位于±1℃，静态电流低，典型值为60μA。LM35的管脚排列如图4所示。

设计要求散热片上的温度到达60℃时，启动散热风扇。当检测到温度为60℃时，LM35输出600mV电压。由

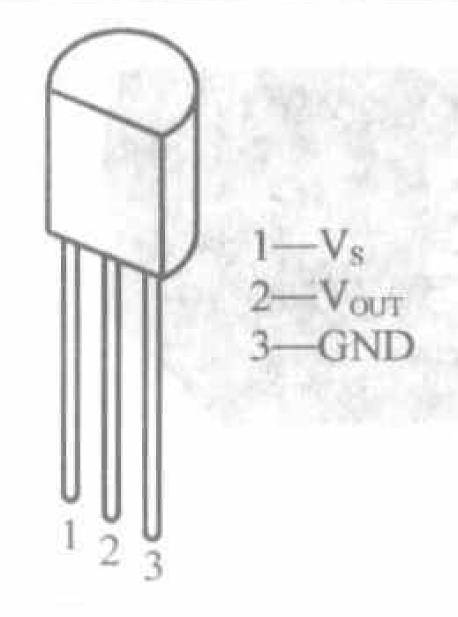


图 4

R1、R2组成的分压器使电压检测器IN的电压为100mV。设$R1=100k\Omega$，则根据下式：

$(R1+R2)/600mV=R2/100mV$

可计算出$R2=20k\Omega$。

VT要根据风扇的功率来计算电流（$I=P/12V$，I为风扇电流，P为电机功率）。若电流较大时，VT可采用达林顿三极管。

当散热片上的温度达到60℃时，$V_{IN}=100mV$，V_{OUT}输出高电平，VT导通，风扇得电运转，散热片降温，当湿度降到54℃左右时（$V_{IN}=90mV$），V_{OUT}由高电平跳变为低电平，VT截止，风扇停转。这种温度控制电路，可以根据大功率管的工作负荷情况自动实现风扇开启和停转，较节能及延长风扇寿命。为防止LM35输出线过长受干扰，应采用屏蔽隔离线。

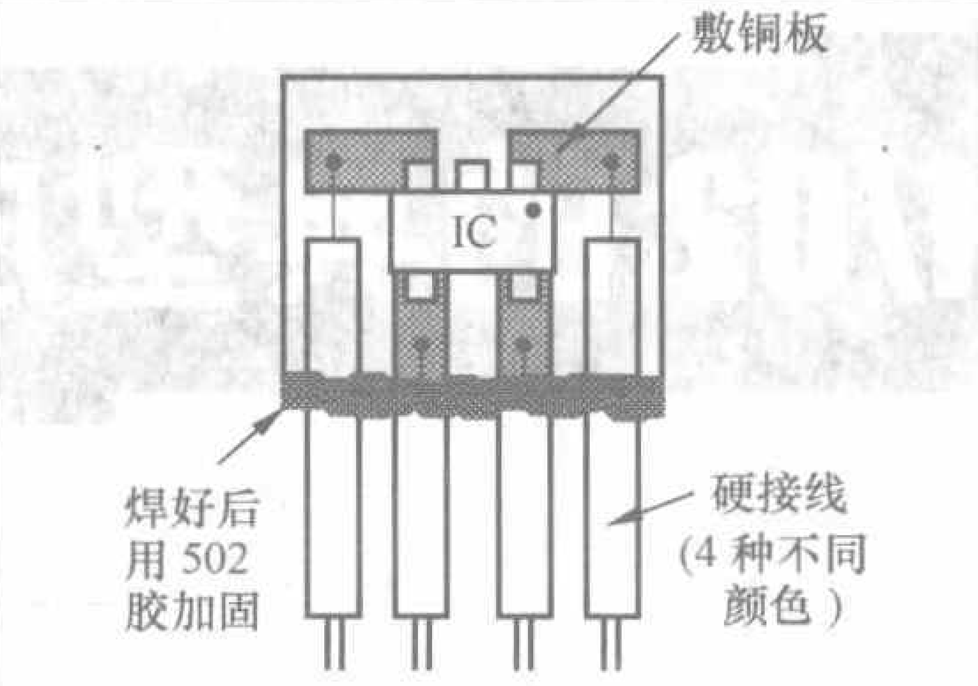


图 5

该电压检测IC使用的注意事项有：

(1) 该系列电压检测IC的输出级虽然是MOSFET，但功率极小，输出主要是电平信号，不能驱动大功率负载。要驱动功率大的负载要另加驱动器，如上例中驱动风扇要加三极管。

(2) 互补输出的输出端V_{OUT}不能接地，否则输出级中的P-MOSFET会烧毁。

(3) 资料中未给出不同封装的最大功耗P_D值，但封装尺寸越小，其P_D值越小，在试验时要防止输出电流过大而使IC过热损坏。

(4) SOT23-5的封装尺寸较小，在做试验时最好按图5用刀刻法做一个“印制板”，这样可在面包板上搭电路试验。焊接时必须用ϕ2的小直径烙铁头，焊锡要少，焊接时间要短，以免IC过热。

(5) TO94封装的IC，有字面是正面，引脚从左向右数1～4，不要搞错。

(6) 在测量电压检测器的V_{IN}端输入电压时，最好用数字式三用表，它内阻高不会影响测量值，若采用低级指针式三用表低电压挡测时，由于其内阻小（相当于在R2上并联一个较小电阻），测量值会有较大影响。

《无线电》汇编丛书

《无线电制作精汇（2）》

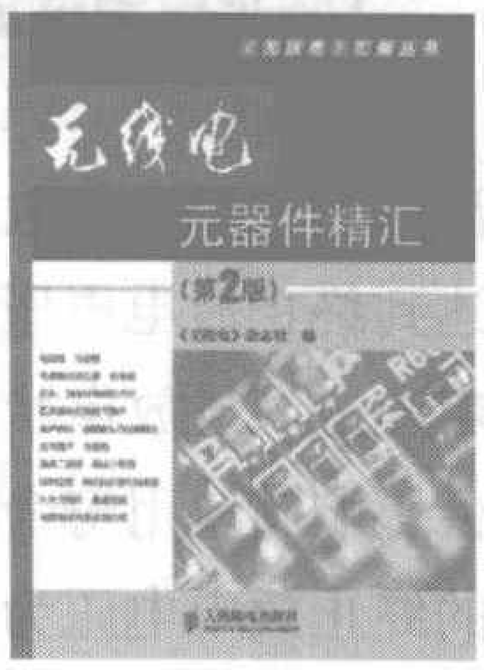
本书是从《无线电》杂志1999年以来所发表的众多无线电与电子制作文章中精选汇编而成，内容包括控制与报警、单片机与电脑接口、音响、通信、灯具与家电、电子玩具、仪表与电源和其他等8大类200个制作项目。

本书16开，近400页，定价29元。

《无线电元器件精汇》（第2版）

本书主要由《无线电》杂志上发表的文章精选汇编而成，介绍了在学习、应用电子技术时，应当了解和掌握的17类电子元器件的结构、分类、主要技术参数及在电路中的作用，并扼要地叙述了用万用表检测元器件性能的方法。另外，还介绍了晶体三极管和集成电路的代换常识及使用注意事项。

本书16开，近400页，定价29元。



《无线电问与答精汇》

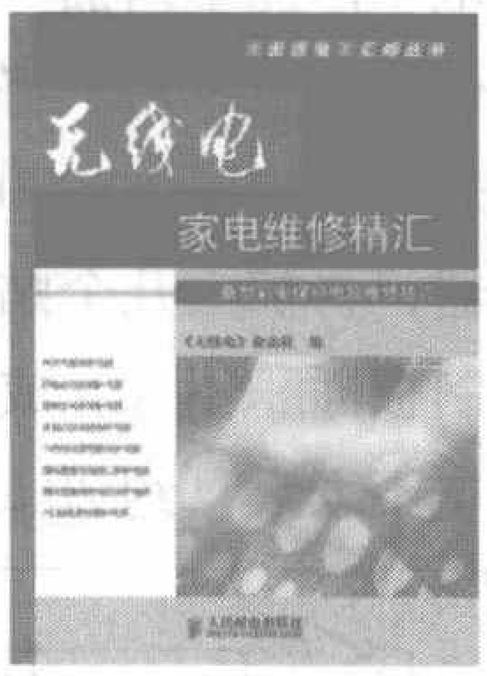
本书是由1998年至2004年《无线电》杂志的“问与答”、“代换咨询热线”及“维修快易通”专栏的全部内容汇编而成的，共编入维修实例3000例。主要包括彩色电视机、收录机、录像机、音响设备、激光唱机及激光影碟机、摄像机、电子仪表、家用电器、计算机、通信等内容，资料丰富，针对性强。

本书16开，近400页，定价35元。

《无线电家电维修精汇》
——新型彩电保护电路的维修技巧

本书主要介绍彩色电视机保护电路的维修技巧，以国内外50种典型保护电路为例，详细地分析彩色电视机保护电路中常见的开关电源保护电路、行输出电路保护电路、场输出电路保护电路、伴音功放电路保护电路、小信号处理电路保护电路、微处理器专用端口保护电路、微处理器矩阵电路保护电路、总线系统保护电路的工作原理及维修技巧。该书附录中还提供了常见保护电路故障自检显示信息。

本书16开，近300多页，定价30元。



读者可到各地新华书店购买上述图书，如果您在当地购买不到，请与我杂志社发行部联系邮购，邮购价及联系方式见本期第27页。

本文介绍的新型节能声控灯采用大直径、高亮度白光LED照明，用微功耗CMOS稳压集成电路MAX666设计制作，并采取了一系列节电措施，其待机时的总耗电（即灯不亮时整个电路自身的耗电）仅280μA，而市售声控灯待机时耗电大多在mA级，整个电路一年仅待机就白白消耗几度电。

用MAX666制作的新型节能声控灯

文/李万乐

本文介绍的新型节能声控灯同市售的普通声控灯相比具有以下特点：(1)采用大直径高亮度白光LED照明，外形美观，体积小巧，亮度高，寿命长，功耗小（灯点亮时总功耗约4.5W）；(2)采用微功耗CMOS稳压集成电路MAX666设计制作，电路简单，工作稳定，调试方便，静态耗电小（灯不亮时，整个电路消耗的总交流电流仅280μA）；(3)用户通过改变拍手声等声波的大小即可方便地调整灯的点亮时间，在该灯受到普通环境噪声干扰时，其点亮时间一般不超过20秒；(4)该灯光敏电阻的安装位置不受限制，即使自身灯光直接照射在光敏电阻上，灯仍能正常点亮，不受任何影响。这种节能声控灯非常适用于对亮度要求不太高的楼道、走廊、卫生间等场所的照明。

工作原理

该节能声控灯的电路原理如图1所示。

IC（MAX666）为美国MAXIN公司生产的微功耗、低压差CMOS线性稳压集成电路，内部设置有1.30V±0.03V精密基准电压源及微功耗CMOS电压比较器，并具有关断控制功能。其输入电压范围为2V～16.5V，输出电压既可为5V固定输出又可为1.3V～16V可调式输出，最大输出电流为40mA。该IC正常工作时自身耗电实测仅5μA，图2为其外形及引脚功能，各引脚名称及功能如下：(1) SENSE（1脚）：过流保护端，不需过流保护时该端与2脚直接相接；(2) V_{OUT}（2脚）：电压输出端；(3) LBI（3脚）：内部电压比较器的同相输入端（比较器反相输入端在内部与1.30V精密基准电压源相接），此端输入电流在纳安级；(4) GND（4脚）：地；(5) SHDN（5脚）：关断控制端，该端电压大于1.4V时，IC内部可控稳压器关闭，V_{OUT}端输出电压为0V，该端电压小于1V则IC恢复正常工作；(6) V_{SET}（6脚）：输出电压设置端，将该端接地时输出为5V固定电压；(7) LBO（7脚）：内部电压比较器的输出端，采用OD（即漏极开路式）输出；(8) V_{IN}（8脚）：电压输入端，其极限输入电压为18V。本电路中，光敏电阻RG、R7与IC内部的可控稳压器组成微功耗光控稳压电源，R6、C3与IC内的电压比较器组成延时电路。

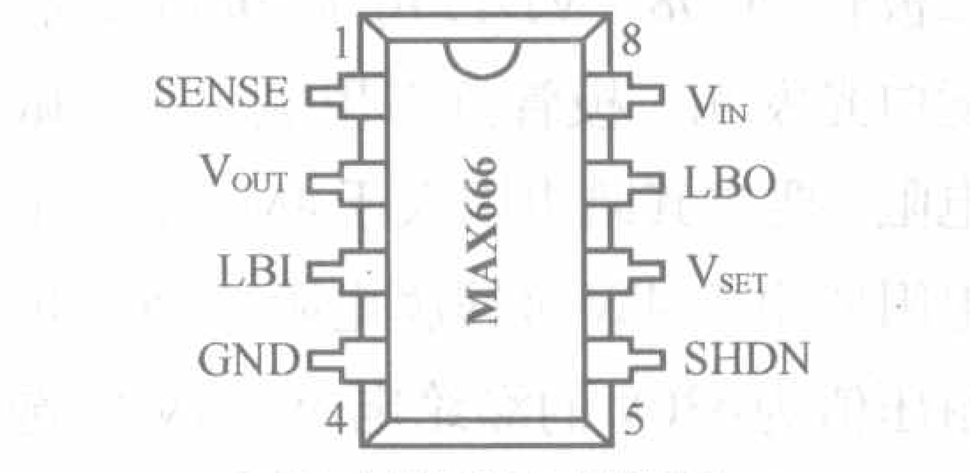


图2 MAX666引脚图

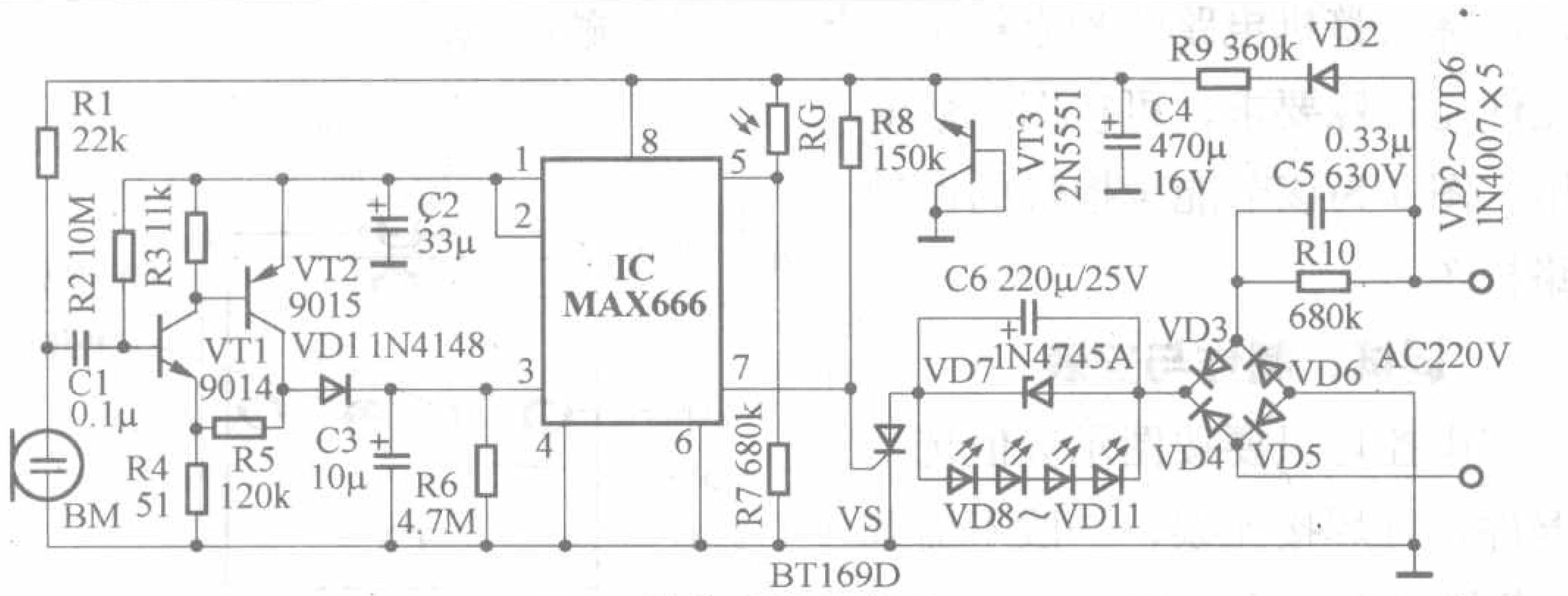


图1 节能声控灯电路

图1中，VD2、VT3及R9、C4组成高效微功耗稳压电路。通电后，220V交流电经VD2半波整流，R9降压限流，C4滤波及VT3发射结（采取适当的限流措施后可工作于反向击穿状态而不会损坏）稳压后产生约8.0V的稳定直流电压为IC及驻极体话筒BM供电。VT3在这里作微功耗稳压管使用。同普通硅稳压二极管相比，这种用硅三极管发射结构成的稳压管即使在几微安的电流下工作，仍具有良好的稳压作用（普通硅稳压二极管在如此小的电流下工作，其稳压性能将变得很差，有的还会失去稳压作用），经实测，β值为140的2N5551型硅三极管发射结的稳压值在8V左右（同一厂家生产的同型号三极管，一般β值越高，稳压值也越高），其工作电流（即流过发射结的反向电流）即使降至几微安，稳定电压仍基本不变。该节能声控灯由于采用此种高效微功耗稳压电

路供电，使得其待机耗电仅280μA，大大低于市售的普通声控灯。

三极管VT1、VT2及R2～R5组成微功耗高增益互补管直耦放大器。其增益近似等于（$R4+R5$）/$R4$，稳定易调，静态工作电流在40μA左右。在白天，因光敏电阻RG阻值很小，IC的5脚电压大于1.4V，内部可控稳压器关闭，2脚输出电压为0V，VT1和VT2无电不工作。此时不论BM是否接收到声波，IC的3脚电压皆为0V，内部MOS管（其漏极与IC的7脚相接）一直饱和导通，IC的7脚电压接近0V，故晶闸管VS截止，高亮度白光发光二极管VD8～VD11不会点亮。晚上，RG阻值变得很大，IC的5脚电压降至1V以下，IC恢复正常工作，其2脚输出5V稳定电压供VT1和VT2使用。此时若BM周围寂静无声，则VT1基极无信号输入，VT2集电极电压仅数十毫伏，IC的3脚电压仍为0V，VD8～VD11仍不会点亮；若BM“听到”拍手声等声波，便会有电信号送至VT1、VT2进行放大（此时VT2集电极电压可升至几伏，具体数值与声波强度有关），放大后的信号经VD1向电容C3充电，使IC的3脚电压大于1.3V，内部MOS管截止，VS导通，220V交流电经C5降压，VD3～VD6整流及C6滤波后给VD8～VD11供电，使其点亮。VD8～VD11的点亮时间与R6、C3的数值及拍手声的大小有关。拍手声越大，则C3两端电压（即IC的3脚电压）越高，VD8～VD11的点亮时间就越长（当R6、C3采用图示数值时，最大点亮时间可达70秒）。拍手声消失后，C3将通过R6放电，当其两端电压降至1.3V以下时，IC内部MOS管导通，7脚电压又接近0V，VS截止，VD8～VD11熄灭。之后若BM再次接收到声波，VD8～VD11便又会重新点亮。由于该声控灯在受到不太强的环境噪声干扰时，C3两端电压不会高于1.3V太多，故VD8～VD11点亮时间较短（大多在20秒以下）。该声控灯电路中光敏电阻RG的安装位置不受限制是因为在RG受到自身灯光照射时，仅能使IC内部稳压器关闭，不会对C3两端电压产生影响。

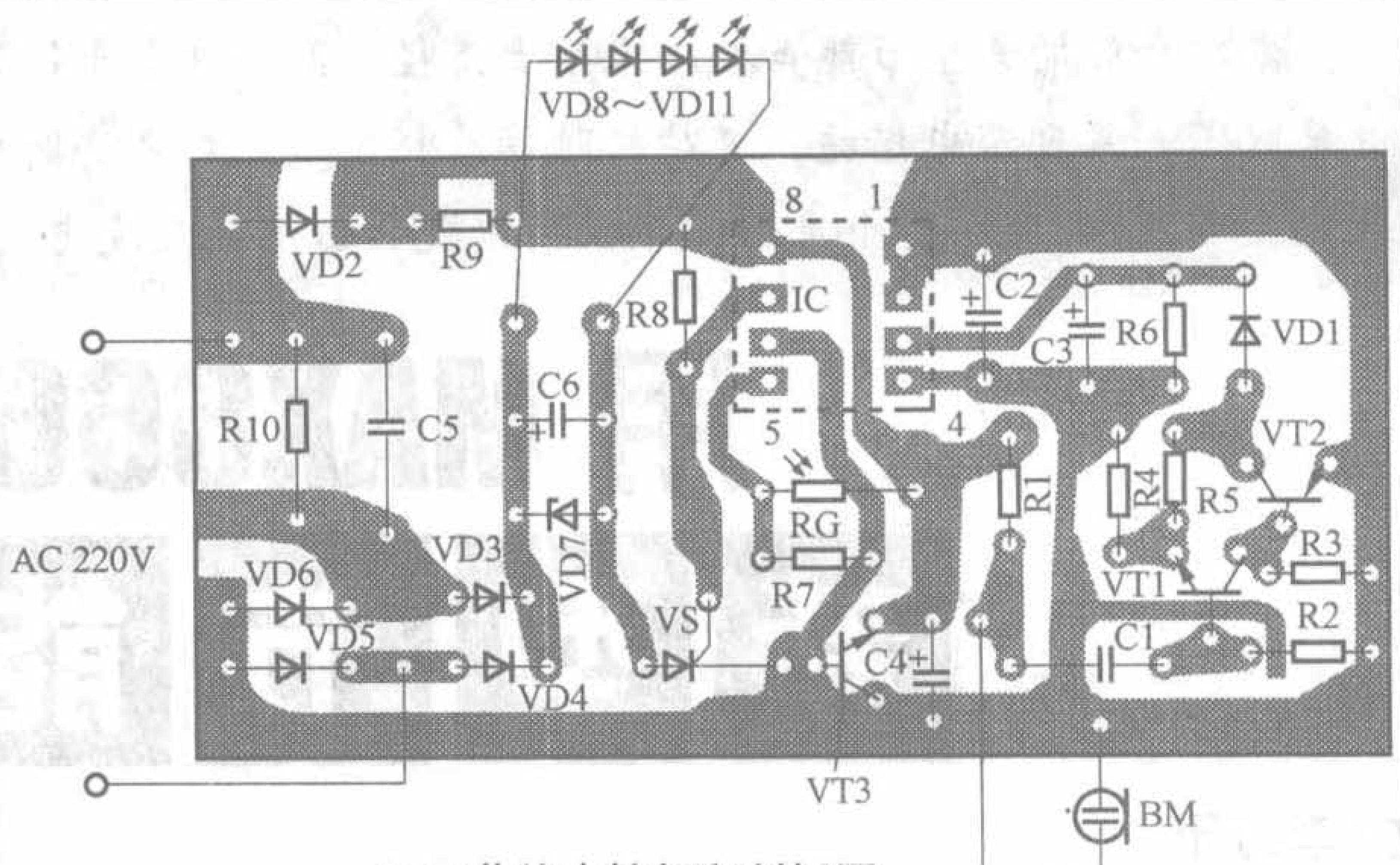


图3 节能声控灯印制板图

电路中，硅稳压二极管VD7和电容C6为保护元件，可防止较脆弱的白光发光二极管VD8～VD11在点亮瞬间的浪涌电流冲击而损坏。在VD8～VD11正常点亮时，VD7处于截止状态，不消耗电能。

元器件的选择

IC选用微功耗、低压差的CMOS稳压集成电路MAX666。三极管VT1用9013或9014，要求β值在130左右；VT2用9015，要求β值在330左右，I_{ceo}<0.1μA；VT3用2N5551，要求β在140左右。VS可选用BT169D或MCR100-6型小功率塑封单向晶闸管，要求其触发电流小于30μA。VD7用稳压值为16V的IN4745A型硅稳压二极管，VD8～VD11用φ10mm高亮度白光发光二极管。RG用硫化镉光敏电阻，要求其暗电阻大于4MΩ，其余电阻皆用1/4W金属膜电阻。C5宜用耐压值为630V的涤纶电容。BM宜选用工作电流小于130μA的驻极体话筒，以降低整机电路的静态耗电。其他元件无特殊要求，可按图示数值选用。图3为该节能声控灯的印制电路板图。

调试、制作与安装

该声控灯只要按图示数值选用元器件，且焊接无误，一般不需调试。若嫌灵敏度不合适，可改变R5的阻值（其阻值越大，灵敏度越高）；调整R6或C3的数值，可改变灯的最大点亮时间。调整R7的阻值，可使灯在所需的光线下点亮。制作时，若出现BM未接收到声波，VT2集电极电压即达到1.3V以上，使灯一直点亮，可适当减小R3的阻值。另外，BM的两根引线亦不应过长，以免引入干扰，使灯一直点亮。

该声控灯的外形如图4所示。为方便制作，全部元件可装在一个白色墙壁开关的外壳内。外壳的合适位置应开几个孔，用来安装光敏电阻RG和白光发光二极管VD8～VD11（若该灯拟固定在墙壁上，在钻VD8～VD11的孔时，应略微向下倾斜一些，以便让VD8～VD11发出的光能照亮地面）。驻极体话筒BM的前方应开一些透音小孔。

该节能声控灯的安装十分简单，只需用万能胶将其粘贴在墙壁或天花板的合适位置并与220V交流电连接即可使用。

由于该声控灯直接与220V交流电相接，在调试与制作时应注意安全，以免触电。

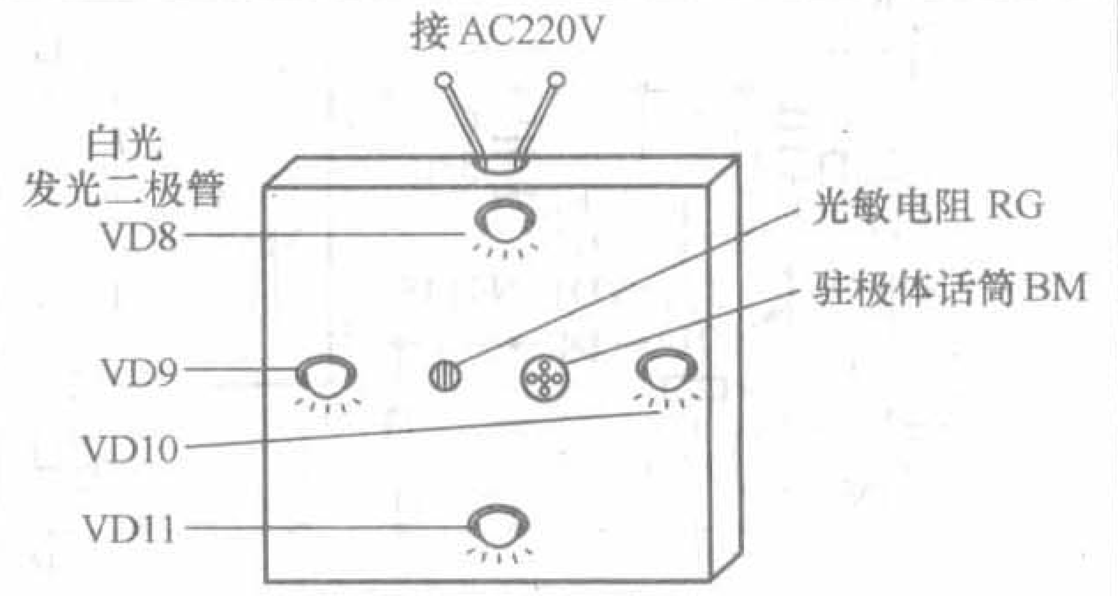


图4 声控灯外形图

新品速递

锂电池充电（管理）集成电路

文 / 吴红奎

写在前面： 随着技术的不断发展，锂电池的应用也越来越普及，从便携式的电子产品到电动自行车，锂电池较前几年又有了更广泛的应用，而随之发展的锂电池充电（管理）集成电路也不断推出新品。

本文介绍几种锂电池充电（管理）集成电路MAX8677A、LM3658、MCP73833、ADP3806和以bq24031为代表的bqTINY Ⅲ系列。文中把集成了功率器件的品种称为充电集成电路，把需要外接功率器件的品种称为充电管理集成电路。除非特别说明，文中“锂电池”的含义包括锂离子（Li–Ion，Li+）电池和锂聚合物（Li–Po））电池，否则直接称为锂离子电池。对于“线性”和“开关型”充电器，指的是电源调整电路（稳压器）的工作状态是线性稳压还是开关稳压，并非如镍氢电池充电中所说的脉冲充电等针对电池充电状态的分类。开关型电路可以适应很宽的输入电压范围，但有电磁干扰（EMI）问题；线性电路一般使用低压差线性稳压（LDO）技术，输入电压范围小但没有电磁干扰。

针对锂电池特点，终止充电电压精度、充电过程控制尤其是电池温度以及电池使用中的放电电流控制是各集成电路制造商的重要卖点。针对便携应用，集成功率器件和电源管理电路是大趋势，而移动应用，如笔记本电脑等，则多强调充电速度和充电安全管理。

MAX8677A：集成智能电源选择器的双输入线性锂电池充电集成电路

MAX8677A是Maxim（美信）公司推出的单片线性锂电池充电及电源管理集成电路，集成了Smart Power Selector™（智能电源选择管理器）电源管理电路，支持USB总线电源、交流电源适配器输入，根据电源供给、负载情况自动选择电源供给方式并优先选择由交流电源适配器供电，如果加上USB输入仍然无法满足负载需要，则从电池吸纳电流，前提是电池“不亏”（电池端电压不低于终止放电电压），无需外接MOSFET（场效应管）。

MAX8677A的最大输入电流和充电电流可分别单独设定（1.5A～2A），USB最大输入电流可被设定为100mA或者500mA，以适应不同设备的USB管理规范，片上集成的温度保护机制能够控制电池充电速率以降低电池温度的过度升高。MAX8677A的其他特性包括OVP（过压保护）、充电状态指示、输出故障指示、power–OK和电池温度监控以及充电时间控制等。

MAX8677A推荐应用于包括数码相机、GPS导航、PDA、PMP、MP3播放器、手机、掌上电脑及其他无线手持装置等。

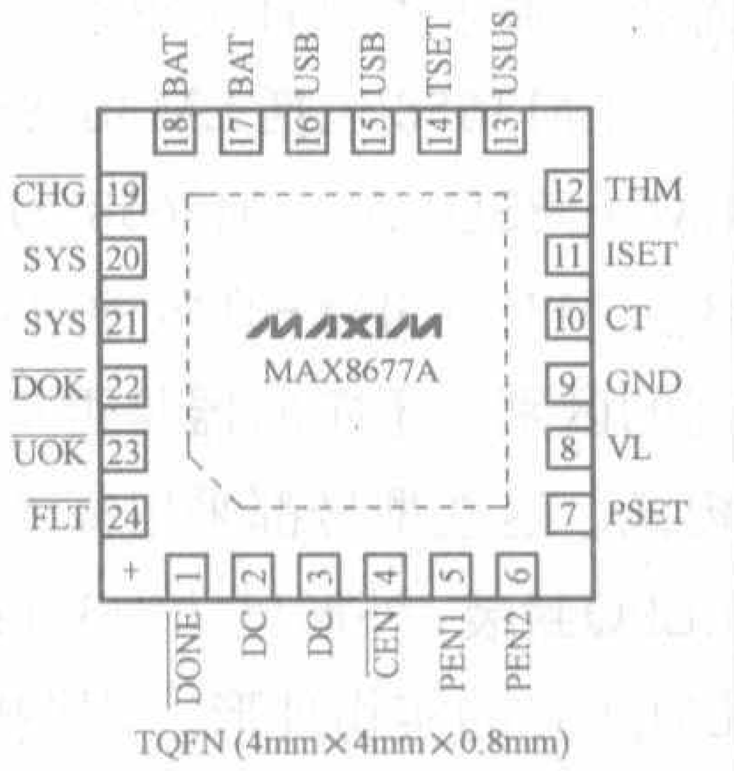


图1 MAX8677A的引脚排列和外形封装尺寸

MAX8677A采用24引脚的TQFN–EP封装，引脚排列与外形尺寸参见图1，主要技术参数见附表，内部主要等效电路和典型应用电路见图2。MAX8677A的电子数据手册可以从www.maxim-ic.com.cn下载。

附表 MAX8677A的主要技术参数（T_A = +25℃，有特别说明的除外）

	符　号	单位	一般中文含义	典型值
输入参数	DC Operating Range	V	输入电压范围	4.1～6.6
	DC Standoff Voltage	V	关断保护过压点	≥14
				≥8
	DC Undervoltage Threshold	V	欠压保护点	4.0
	DC Supply Current	mA	静态电流	2
	DC Shutdown Current	μA	待机电流	195
	DC–to–SYS On–Resistance	Ω	电源内阻	0.2
	P_{SET} Resistance Range	kΩ	端电阻阻值范围	1.5～6.3
	SYS Regulation Voltage	V	输出电压范围	5.1～5.5
	Thermal–Limit Temperature	℃	过热温度保护点	100
	USB Current Limit	mA	输入电流限制	475
充电参数	Charge–Current Set Range	A	充电电流设定范围	0.3～1.5
	BAT Charge–Current Accuracy, Charger Loop in Control	mA	受控充电电流精度	1125～1135
				270～330
	Maximum Fast–Charge Time	min	最大快速充电时间	300
	Timer Accuracy	%	定时器精度	±20

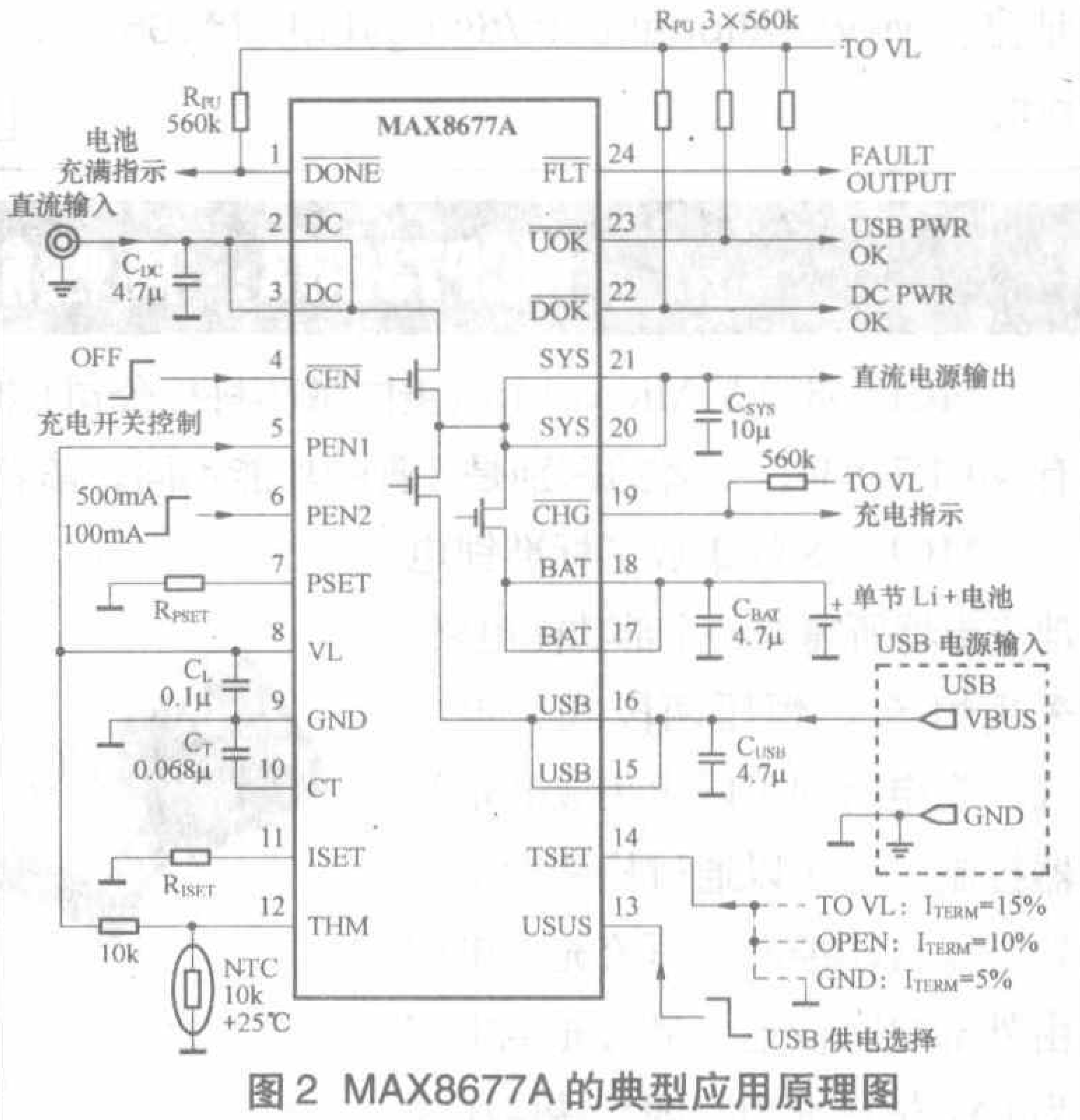


图2 MAX8677A的典型应用原理图

LM3658：终止充电电压有较高精度的单芯片线性锂电池充电集成电路

LM3658是NS（美国国家半导体公司)推出的单片锂电池充电及电源管理集成电路，适应USB总线电源输入/交流电源适配器输入，终止充电电压的误差不会超过1.5%，这样高的精度有助于延长电池寿命，适用于多种不同的便携式电子产品，包括PDA、MP3播放器、数码相机、手机、USB电源装置等。

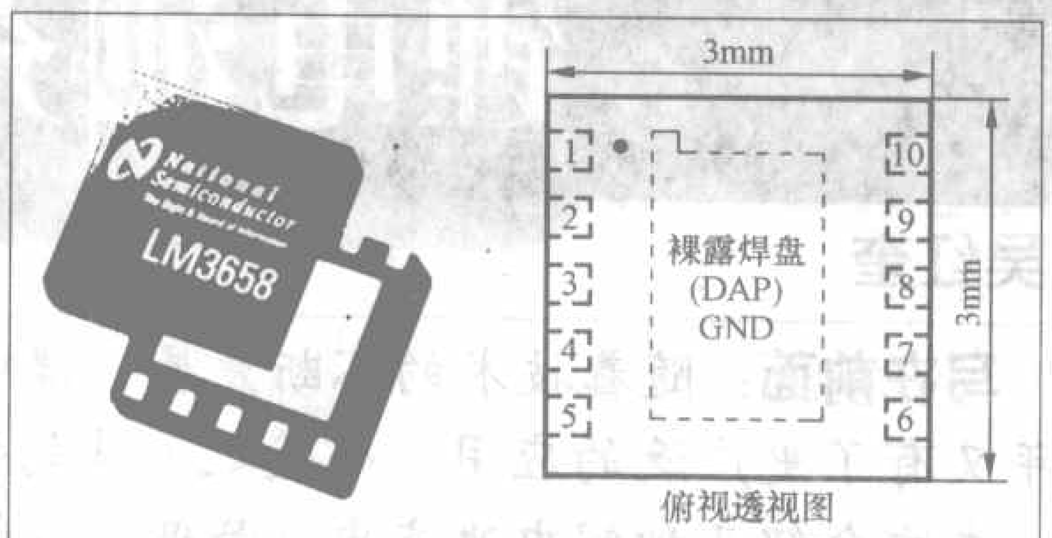
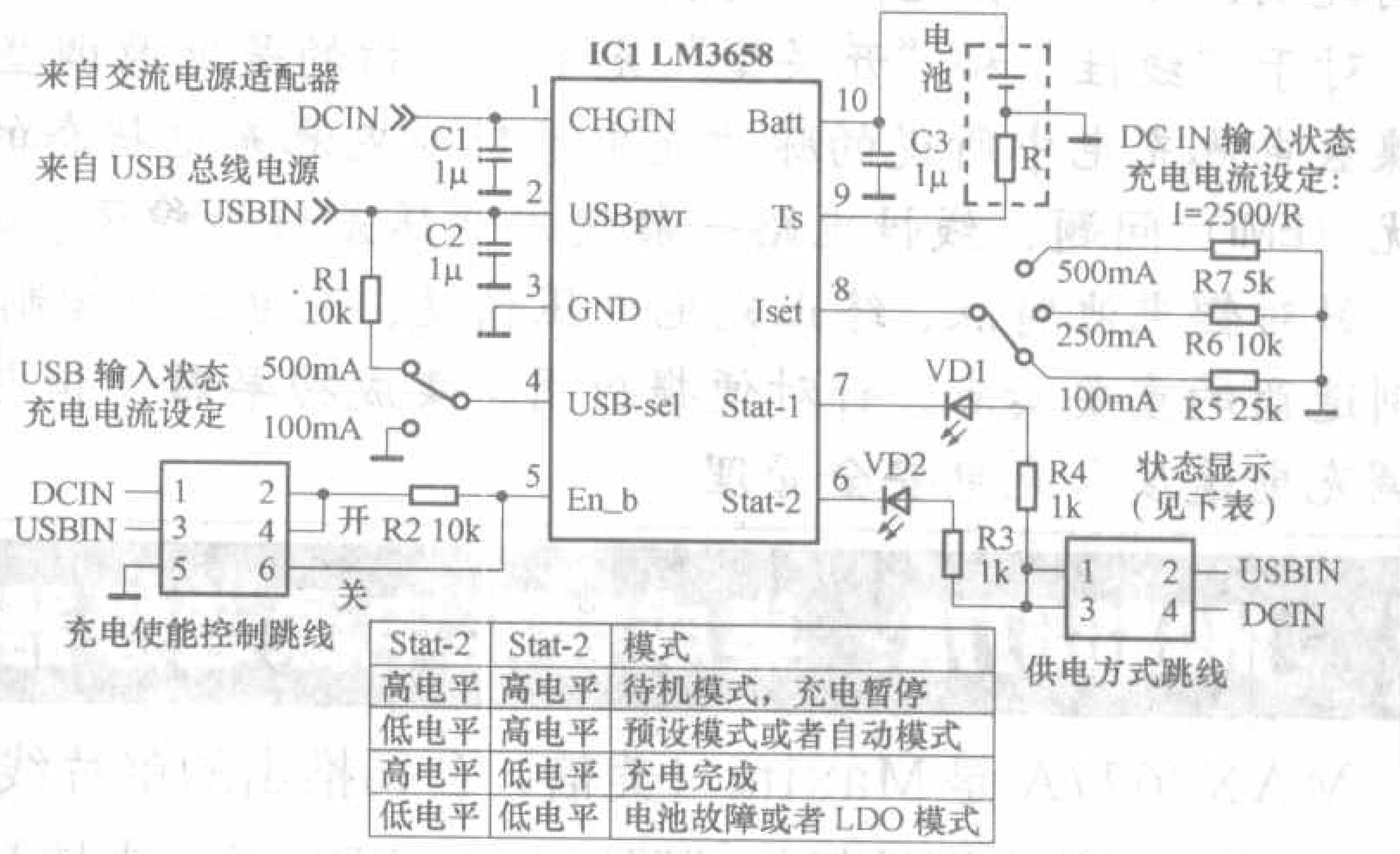


图1 LM3658的实物外形、引脚排列与外形尺寸图

LM3658会自动选用预先设定的电源输入模式，从USB总线电源或者交流电源适配器电源吸纳电流为电池充电。使用交流电源适配器电源时，充电电流可以通过外部电阻设定为50mA～1000mA；使用USB电源时，可以通过电流选择端子（8脚）选择100mA或500mA的充电电流。LM3658通过不断扫描电池端电压以确保终止充电的电压误差不会超过1.5%，集成的电池温度监控电路可以根据环境温度调节充电速率，以保证在安全的温度条件下进行高效率的充电。LM3658还可以作为一个LDO（低压差稳压器）使用，条件是使用交流电源适配器电源输入并且没有电池接入。



Stat-2	Stat-2	模式
高电平	高电平	待机模式，充电暂停
低电平	高电平	预设模式或者自动模式
高电平	低电平	充电完成
低电平	低电平	电池故障或者LDO模式

图2 LM3658的典型应用原理图

LM3658拥有5种可设定的工作模式：预设模式、恒流模式、恒压模式、自动（充满即停）模式及涓流模式。状态指示端子可以直接驱动发光二极管。

LM3658包括LM3658SD、LM3658SDX、LM3658SD-A、LM3658SDX-A、LM3658SD-B、LM3658SDX-B多种型号可供选择，它们之间的区别在于定时器是否集成和是否具备LDO模式。这些型号都采用高散热能力的10引脚的LLPQ封装，外形尺寸为3mm×3mm×0.8mm。LM3658的实物外形、引脚排列与外形尺寸参见图1，主要技术参数见附表，典型应用电路见图2，其电子数据文档可以从NSC的网站下载，网址是：www.national.com/ds.cgi/LM/LM3658.pdf。

附表 LM3658的主要技术参数（T_A= +25℃，有特别说明的除外，部分符号参见典型应用原理图）

符号	单位	参数说明	典型值
V_{CHG_IN}	V	直流电压输入范围	4.5～6
V_{USBpwr}	V	USB电压输入范围	4.35～6
I_{CC_PD}	μA	关机模式静态电流	5
I_{CC_STBY}	μA	待机模式静态电流	400
	%	充电终止电压精度	±0.35 ±1.5
I_{CHG}	mA	DC IN方式充电电流范围	50～1000
I_{CHG}	mA	DC IN方式充电电流设定值	245 500 760
I_{BAT_PD}	μA	关机模式电池泄漏电流	0.01
I_{BAT_MAINT}	μA	待机模式电池泄漏电流	7
V_{TLDO}	V	LDO mode detection threshold	4.0
T_{SD}	℃	IC核心极限温度	165
I_{TSENSE}	μA	（电池）热敏电阻电流	100
I_{EOC}	%	电流比（中止充电电流与设定充电电流之比）	9
I_{USB_L}	mA	USB供电方式充电电流	90
I_{USB_H}	mA	USB供电方式充电电流	450

MCP73833：高性能线性锂电池充电集成电路

MCP73833是Microchip（美国微芯科技公司）推出的小体积、低成本线性锂电池单片充电集成电路，同系列的还有MCP73834，二者的区别是7脚的功能不同，前者为PG（电源正常）指示，后者为内部定时器使能控制。

MCP73833集成了标准锂电池充电器所需要的全部功能电路，采用恒流/恒压两段式充电方式，充电时间可以由集成的定时器控制，也可以通过检测锂电池端电压自动控制。恒流充电电流由外部电阻设定，最大充电电流为1A；恒压充电有四种端电压规

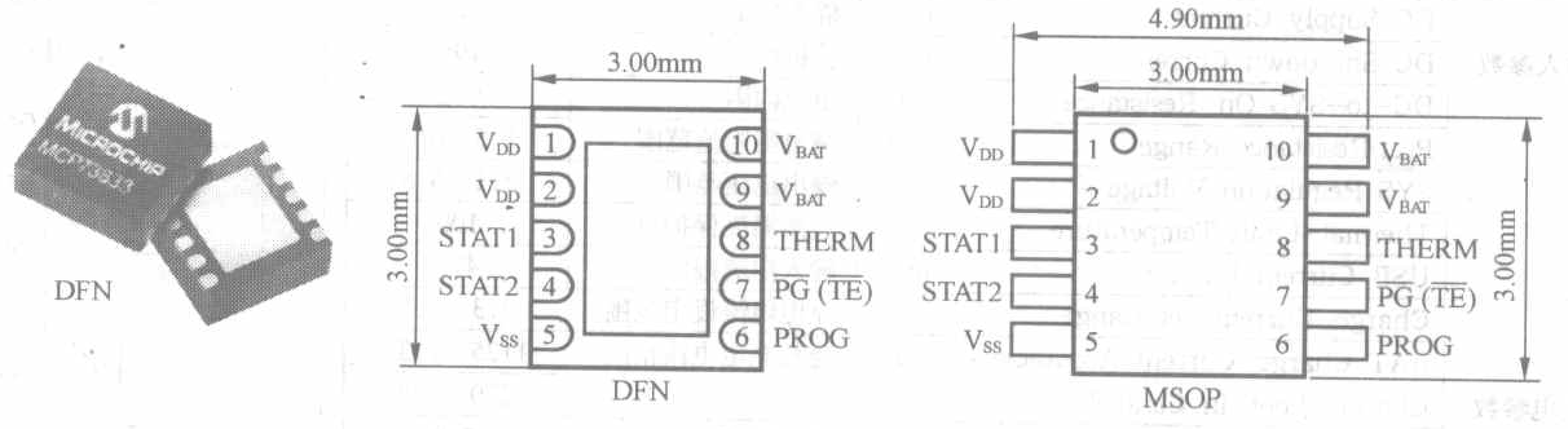


图1 MCP73833的实物外形、引脚排列与外形尺寸图

格可供选择：4.2V、4.35V、4.4V、4.5V，这些电压规格由IC制造厂预设，可以适应未来上市的较高端电压品种的锂电池。

MCP73833其他特性还包括自动循环充电控制，LDO调试模式，可以通过外部元件设定电池温度检测的温度范围，过热关断功能，输入欠压停机，多种工作状态指示，可以驱动发光二极管或者直接与主机相连。

二者采用10引脚的MSOP或者DFN封装，两种封装的引脚完全兼容。MCP73833的实物外形、引脚排列与外形尺寸参见图1，主要技术参数见附表，典型应用电路见图2。其电子数据手册可以从Microchip的网站下载，地址是ww1.microchip.com/downloads/cn/DeviceDoc/cn027983.pdf。

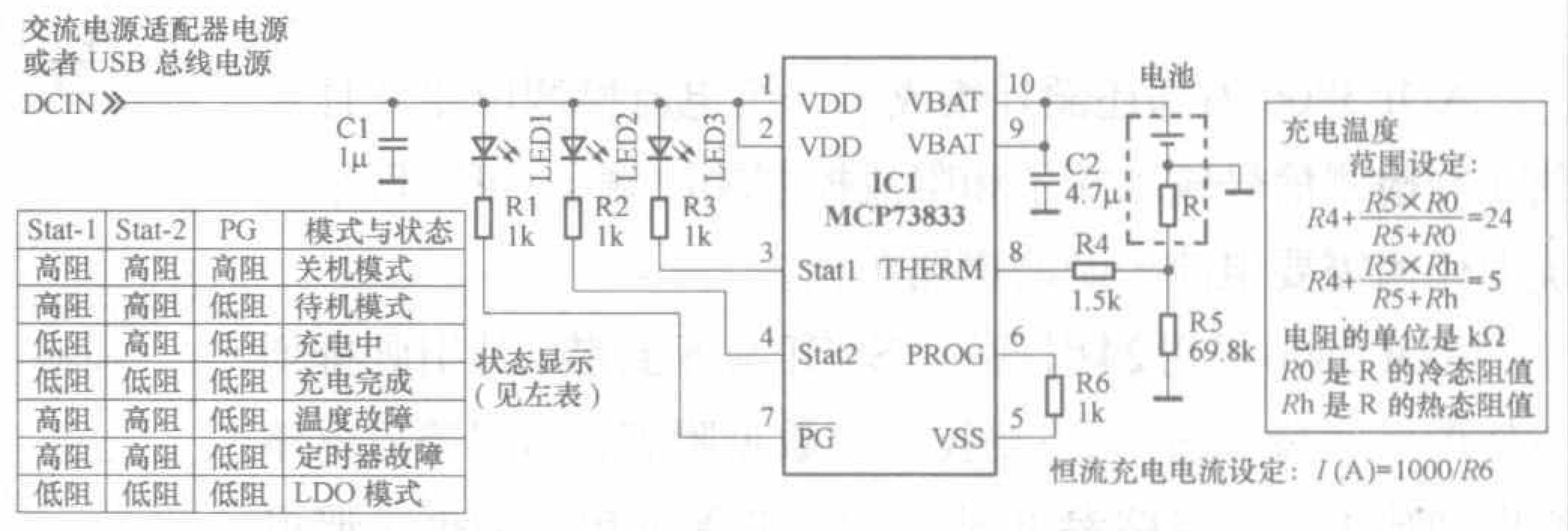


图2 MCP73833的典型应用原理图

附表 MCP73833的主要技术参数（T_A= +25°C，有特别说明的除外，部分符号参见典型应用原理图）

符　号	单位	参数说明	典型值
V_{DD}	V	直流电压输入范围	3.75～6
V_{START}	V	欠压保护（开始）点	3.55
V_{STOP}	V	欠压保护（停止）点	3.45
V_{REG}	V	恒压或者LDO模式输出电压	4.20
I_{REG}	mA	恒流模式充电电流	100
			1000
I_{PREG} / I_{REG}	%	预设电流比（涓流充电开始）	10
V_{PTH}/V_{REG}	%	预设电压比（涓流充电开始）	66.5
I_{TERM}/I_{REG}	%	电流比（充电终止）	5
V_{RTH}/V_{REG}	%	循环电压比（循环充电开始）	94.0
I_{THERM}	μA	热敏电阻消耗电流	50
T_{SD}	℃	IC核心极限温度	150

ADP3806：高效开关型锂离子电池充电管理集成电路

ADP3806是ADI（Analog Devices）推出的开关型锂离子电池充电管理器，针对笔记本电脑、高速充电器应用，集成了自举同步驱动电路，可以避免使用较为昂贵的外部P沟道VMOS管，以降低系统成本，恒流－恒压两段式充电，充电电流、恒流充电终止电压、内部开关电源的振荡器开关频率都可以通过外围元件设定，同步（SYNC）端子允许ADP3806的开关频率与系统一致以减少干扰。

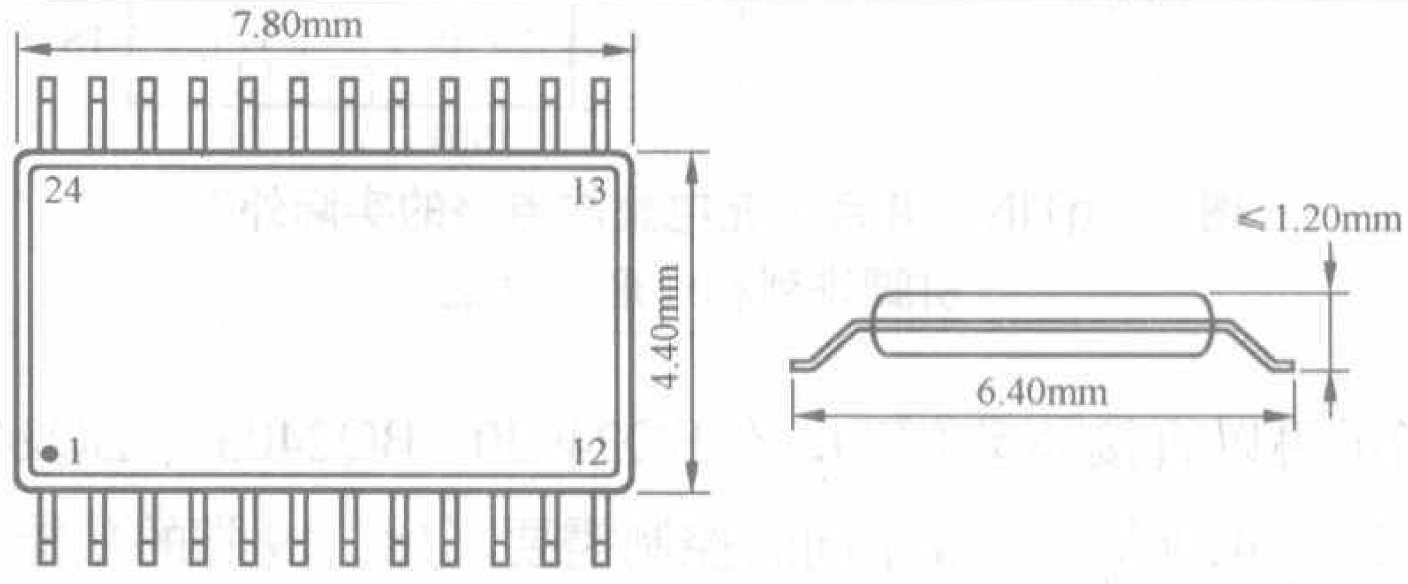


图1 ADP3806的外形尺寸图

ADP3806的恒流充电终止电压能够通过外部端子（15脚）选定，也可以通过两个外部电阻在比较宽的范围内设定，外部端子选定时精度优于±0.7%，充电电流也可以在很宽的范围内连续调节，这种调节既能由外围电阻设定，也可以通过系统主机实现可编程控制。这种灵活的高精度终止电压控制机制和弹性的充电电流控制机制可以有效提高锂电池充电的安全性。ADP3806有2种型号供用户选择以实现对恒流充电终止电压的不同要求：ADP3806、ADP3806-12.5，恒流充电终止电压分别由外部电阻设定为12.525V/16.7V、12.6V/16.8V。

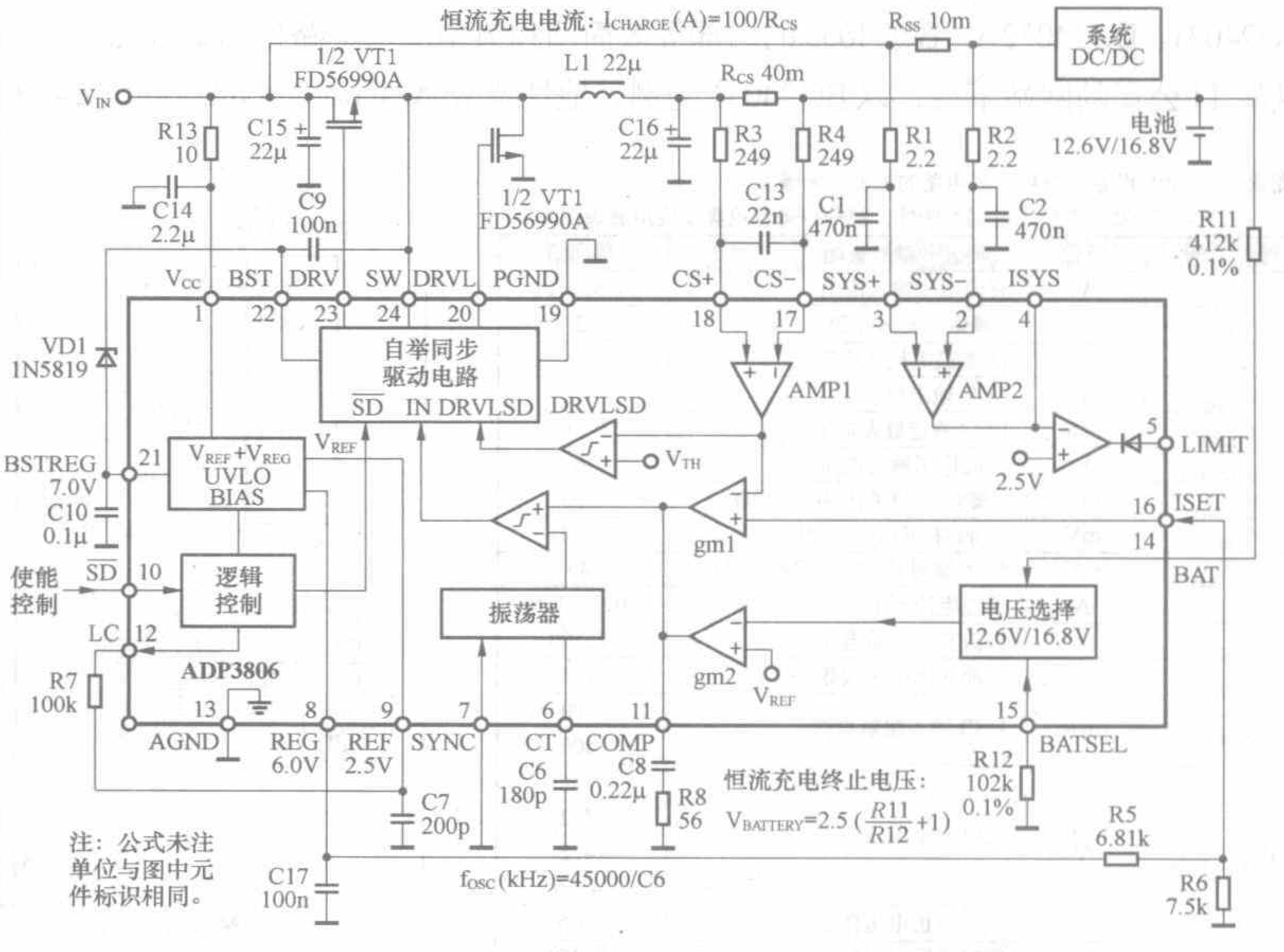


图2 ADP3806的典型应用原理图

ADP3806内部还额外集成了一组电流检测电路并且有独立的检测信号输出端子和限流控制输出端子，可以用于系统中任何需要电流控制的电路单元。

ADP3806采用24引脚的TSSOP扁平封装，其引脚排列与外形尺寸参见图1，主要技术参数见附表，内部等效电路简图和典型应用电路参见图2。ADP3806的电子数据手册可以从ADI的网站下载，网址是www.analog.com/UploadedFiles/Data_Sheets/ADP3806.pdf。

附表 ADP3806的主要技术参数（0°≤T_A≤100°，V_{CC}=16V,有特别说明的除外，部分符号参见典型应用原理图）

符号	单位	参数说明	典型值
V_{CC}	V	直流电压输入范围	6~20
I_{SYON}	mA	工作状态消耗电流	6
I_{SYOFF}	μA	待机状态消耗电流	1
high end-of-charge voltage accuracy	%	恒流充电终止电压精度	±0.4
			±0.6
			±0.7
V_{ISET}/V_{CS}	V/V	充电电流变化比率	25
V_{BSTREG}	V	自举升压电压输出	7
I_{BSTREG}	mA	自举升压电压输出电流	5
V_{REG}	V	内部基准电压输出	6
I_{REG}	mA	基准电压源电流输出能力	5
V_{REF}	V	精密基准电压输出	2.5
I_{REF}	mA	基准电压源电流输出能力	1.1
SD_H	V	使能控制有效电压	≥2
SD_L	V	使能控制无效电压	≤0.8

bqTINY™III：集成电源管理器的线性锂电池充电系列集成电路

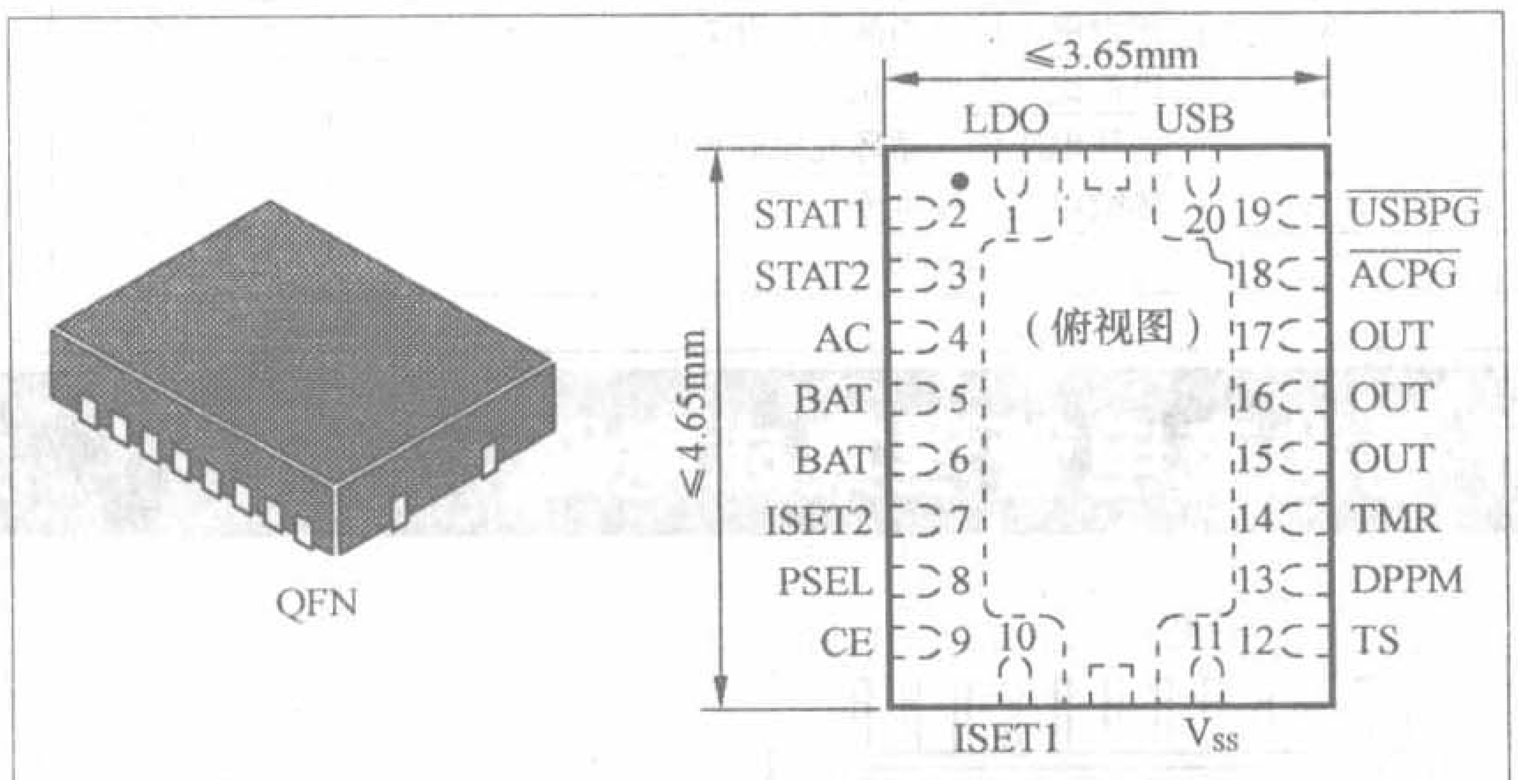


图1 bqTINY III系列充电集成电路的实际外形、引脚排列和外形尺寸图

bqTINY™III是TI（Texas Instruments，德州仪器）推出的高性能线性锂电池充电系列集成电路，针对空间要求苛刻的便携应用，集成DPPM（电源供给动态管理）电路单元，智能化地调整电源供给，可以同时从电源适配器和USB总线吸纳电流为系统供电并给电池充电，也可以从电池吸纳电流补充输入电源功率的不足，还可以实现两种输入电源的自动选择。bqTINY III系列充电集成电路还额外集成了一个3.3V输出的低压差稳压器，以方便给系统中需要3.3V的电路单元供电（如数字电路部分）。

bqTINY III系列充电集成电路的保护功能完善，状态指示可以直接驱动LED，有BQ24030、BQ24031、BQ24032A、BQ24035、BQ24038以适应多种充电终止电压（4.1V、4.2V、4.36V）以及不同的控制需要（18、19脚的功能定义不同）。

bqTINY III系列充电集成电路推荐应用于手机、PDA、MP3播放器、数码相机等便携应用，采用20端子的QFN无引脚封装，其外形图和引脚排列与外形尺寸参见图1（BQ24038与之稍有不同），主要技术参数见附表，BQ24030、BQ24031、BQ24032A、BQ24035的内部等效简图和典型应用电路见图2。bqTINY III系列集成电路的电子数据手册可以从TI公司的网站下载，以BQ24031为例，地址是www.ti.com/cn/lit/gpn/bq24031。

附表 bqTINY III系列充电集成电路的主要技术参数
（T_A=+25°C，有特别说明的除外，部分符号参见典型应用原理图）

符号	单位	参数说明	典型值
V_{CC}	V	直流电压输入范围	4.35~16
I_{AC}	A	4脚最大输入电流	2
I_{USB}	A	20脚最大输入电流	0.5
$V_{O(LDO)}$	V	LDO输出电压	3.3
$I_{O(LDO)}$	mA	LDO额定最大输出电流	20
$V_{O(OUT-REG)}$	V	直流稳压输出电压	6
$V_{(ACDO)}$	mV	4脚对OUT的压损（VDO）	300
$V_{(USBDO)}$	mV	20脚对OUT的压损（VDO）	140
$V_{(BATDO)}$	mV	5、6脚对OUT的压损（VDO）	40
$I_{O(BAT)}$	A	充电电流范围	0.1~1.5
$V_{(SET)}$	V	恒流充电起始电压	2.500
$K_{(SET)}$		电池充电电流因数	425
$I_{(USB)}$	mA	USB输入限制电流	100
			500
$V_{O(BAT-REG)}$	V	充电终止电压	4.1
			4.2
			4.2
			4.36
		充电终止电压精度	±0.5%
$K_{(TMR)}$	s/Ω	定时器设置因数	0.360
$R_{(TMR)}$	kΩ	R(TMR)阻值范围	30~100

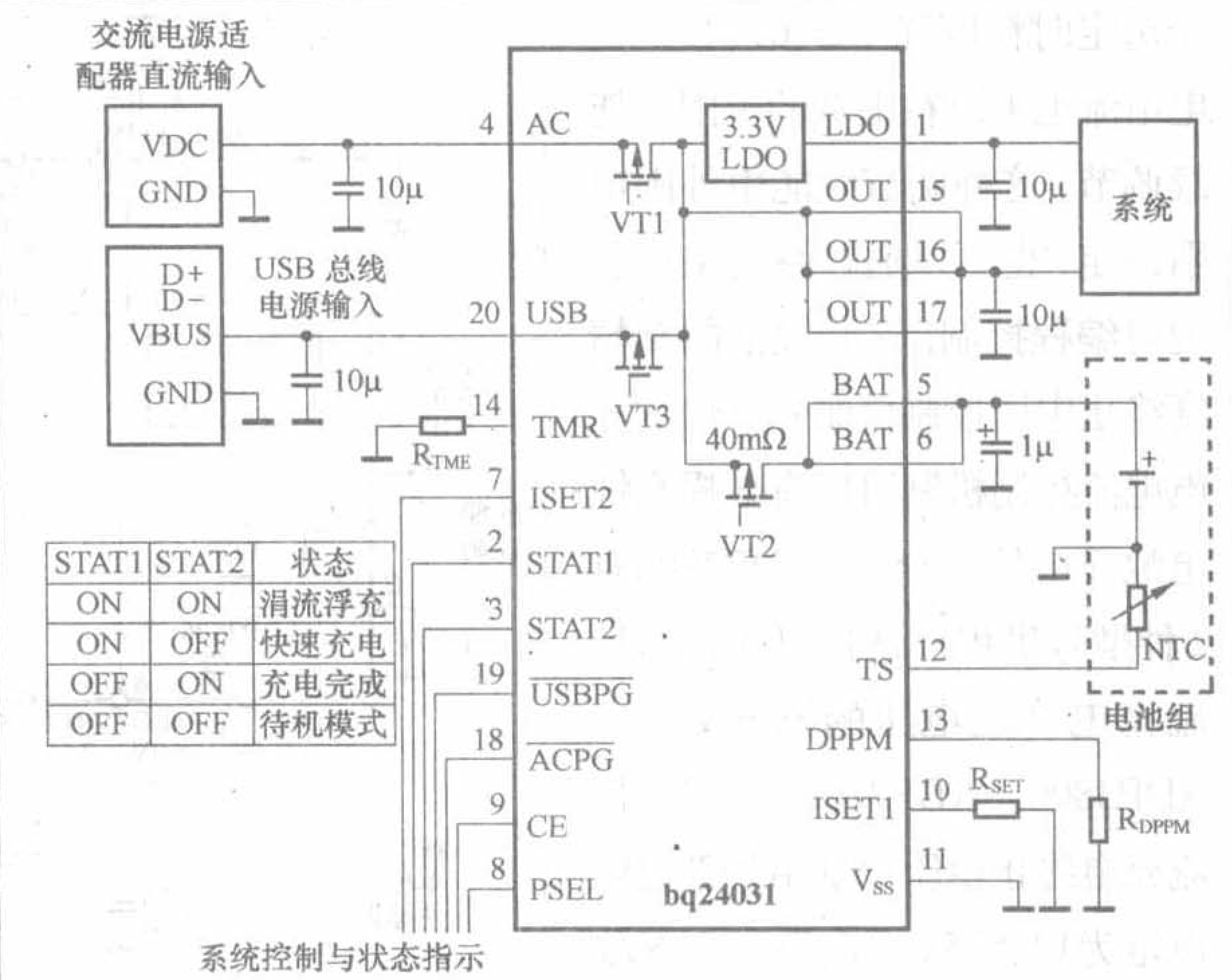


图2 bqTINY III系列充电集成电路（bq24031等）的典型应用原理图

湿度测量自动浇花器

文 / 杨绪业

本文介绍一种通过测量土壤湿度自动控制浇花的电路。它以简单的电子线路为基础，通过对1/4LM339四电压比较器、555定时器、三极管及继电器等元件的合理搭配应用，实现了自动浇花功能。该湿度测量自动浇花机能够在无人看管的情况下，根据土壤的干湿度，自动判断是否给土壤浇水，这样植物便能一直处于最适合的土壤湿度环境中生长。该设计成本小、反应灵敏，并对于不同的植物对水分的不同需求具有较大的可调空间，实用性较强。

该电路将土壤的干湿情况通过简单的电路测量转换成土壤的电阻大小，再将电阻大小转换成电压信号（一般土壤越干，电阻越大），通过比较器将电压信号转换成电子线路中的高低电平，比较器输出的数字电压信号与用555集成芯片产生的固定脉冲通过与非门电路产生浇花信号，用来控制驱动器（包括电子开关），从而控制后续的浇水电路（如控制水泵或自来水管道阀门）。整个系统总体原理图如图1所示，完整电路图见图2。

1.土壤湿度信号转换成数字电压信号

本自动浇花器，通过对土壤干湿的测量来控制相应的电路进行自动浇水。当电路工作时，插在土壤里的两根探针会给出一定的测量值，经过1/4LM339四电压比较器的处理，给出一个控制信号，当土壤干到一定程度时会控制自动浇水，浇水一定时间后，探针继续测量，达到一定湿度后则给出停止浇水的信号，否则将继续控制浇水。

干湿土壤的电阻阻值差别很大，因此对土壤干湿的测量可通过测土壤的电阻来实现。该电路考虑了渗水时间，即当浇一定时间水时，控制电路会自动给出一个信号停止浇水，等渗透一定时间后再继续测量。因此测量装置的探针必须采用良好导体（笔者选择铝合金针）。测量花盆深处的土壤要求探针除了尖端露出导体之外，其他部分都要用绝缘体与土壤隔绝。另外两探针间距必须固定（本设计为2.5cm）。

此电路中选择R1和R2为确定值，均为5kΩ。R3为测得的土壤阻值。另外，对于不同的花，要求干湿度也不相同，为此可设R4为一可变电阻来实现。比如用间距为2.5cm的探针测得的干土壤阻值为150kΩ左右，就可设置R4的阻值为100kΩ～200kΩ范围内可变。电路图中发光二极管为土壤干湿指示灯，当土壤干到需要浇水时指示灯亮，反之则熄灭。

2.通过555定时器产生可调脉冲信号

当土壤中的湿度达到一定程度后，随着电阻的变小，电阻两端的分压会相应变小以至小于参考电压，这样得到的控制信号将从高电平转变到低电平。然而，考虑到水渗透到土壤中去需要一定的时间，且一般浇水的速度要大于土壤渗水的速度，因此单靠由比较器产生的高低电平的变化来控制浇水是不可靠的，会造成浇水过多的后果。为此，笔者设计了一个可调占空比的脉冲，由该可控脉冲与比较器产生的脉冲共同控制浇花的通断，如图3所示。

“土壤干湿反馈信号”即为比较器产生的高低电平，记为CP1，可调占空比控制信号记为CP2，CP1与CP2是“与”的关系，共同决定了浇

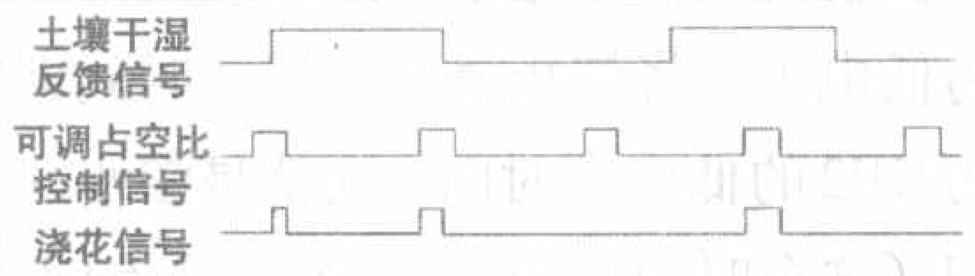


图3浇花信号时序图

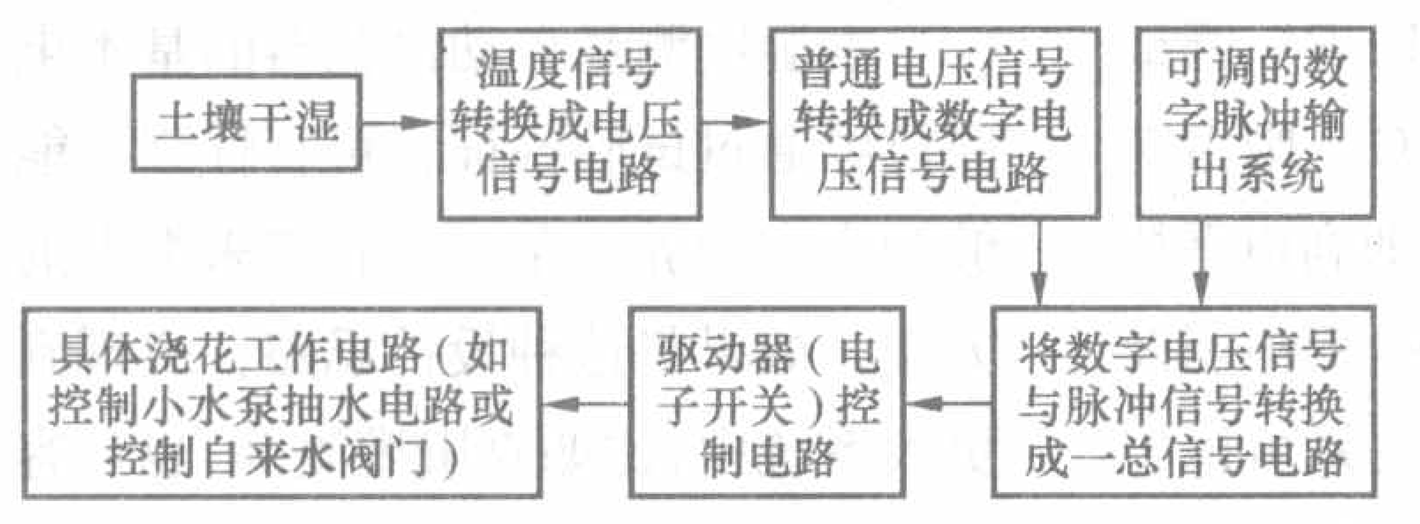


图1总体设计框架图

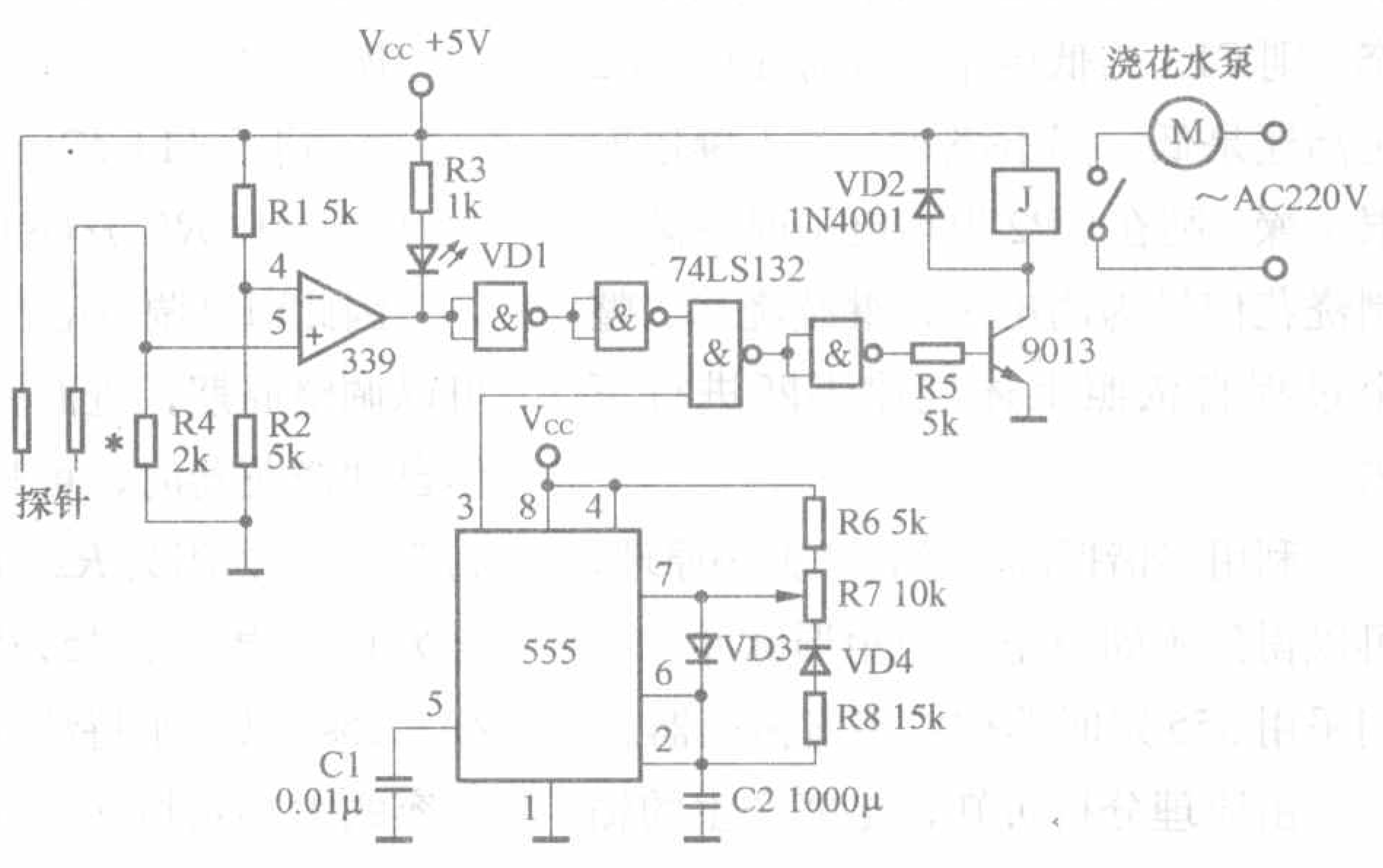


图2自动浇花器电路图

新型光控传感器ON9668的应用

文/郑国恩

我们知道，最传统的光控电路是用CdS（硫化镉）光敏电阻做传感器来控制的。但是CdS存在一些问题，如应用电路复杂，占用PCB空间大，浪费工时；采用的硫化镉原料不环保；器件的光阀值（灵敏度）难调，而且低照度不响应；离散性大，一批大货做出来，可能每一只的灵敏度都不一样；性能不稳定，用一段时候后，其亮阻、暗阻都会偏离原来的参数。

本文要介绍的新型可见光光控传感器ON9668，内部集成了双光敏感元+放大+逻辑+开关+功率驱动功能，基本上无需外围电路，就能直接输出高低电平，而且输出电流高达30mA，可以直接驱动LED、白炽灯、继电器。其封装如图1所示，实物如图2所示。其中，Adj脚为外置光阀值调节，用户设定所需的光阀值后，只需取一只电阻，IC本身一致性较好，无需每个都调。其接收光谱的特别之处在于芯片内部采用了主、副双敏感元，主敏感元A是全波敏感元，副敏感元B是红外敏感元，利用差值放大（A−B），得到的是类似人眼可见的光信号，有效地解决了红外的影响。它的典型入射

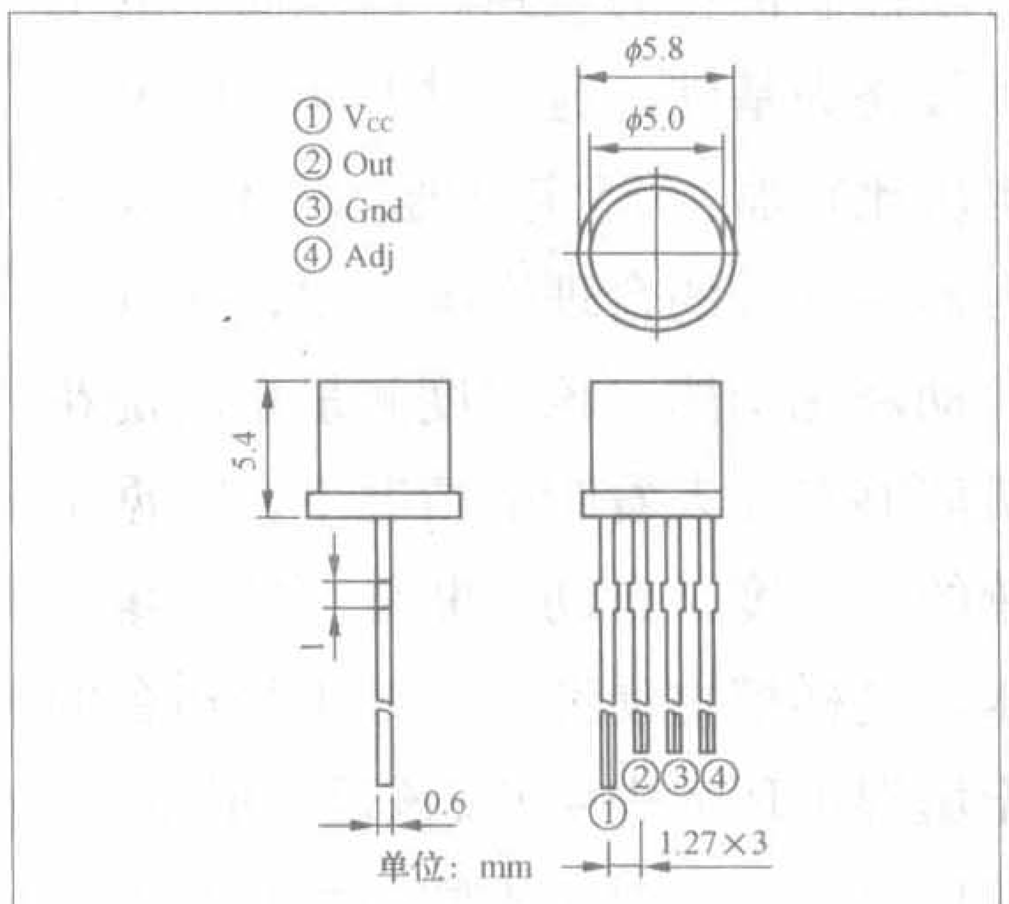


图 1

值在520nm，而光敏三极管在850nm。

ON9668的基本电气参数如表1所

花信号，记为CP。将CP2设置一定占空比（高电平时间短，低电平时间长）。这样，当土壤处于缺水状态（即高电平）时，若CP2也为高电平，则浇水，可是CP2为高电平时间比较短，很快就变成了低电平，此时浇花信号为低电平，将停止浇水。等待时间即为CP2的低电平时间，这就是渗水时间（这个时间比较长）。等待结束后，假如水分已经充足，土壤为不缺水状态，则CP1为低电平，这时无论CP2是高还是低，都不浇水。若土壤依旧很干燥，则在CP2为高电平时继续控制浇花信号为高电平，继续浇水。整个过程将依照上述规律不断进行下去。

利用多谐振荡器的自激振荡原理，可以得到不同占空比的矩形脉冲。我们采用555定时器构成多谐振荡器。

由原理分析可知，电路产生的输出脉冲的高低脉冲时间及周期长短由电容C及电阻$R1$和$R2$决定，时间常数τ为：

$\tau = R \cdot C$

当电容充电时 $T1=(R1+R') \cdot C$

当电容放电时 $T2=R2 \cdot C$

设高电平的时间长度为$T1$，低电平的时间长度为$T2$，总周期为T，占空比为q

$T1=0.7(R1+R') \cdot C$

$T2=0.7R2 \cdot C$

所以占空比为

$q=T1/(T1+T2)$

$=(R1+R')/(R1+R'+R2)$

因此通过调节电容及电阻的阻值，可以调整周期，进而调整占空比。制作自动浇花器时，可将$R1+R'$调整为7.5kΩ，因为$R2$=15kΩ，则占空比为1/3，周期为15.75s，即高电平持续5.25s，低电平持续10.5s。而电阻及电容的大小及相互之间的关系可以根据花的品种不同，而采取不同的值，使周期及占空比更合适！

3.驱动器控制电路

如上所述，土壤干湿情况已由高低电平表示。而要想使设计有实际意义，关键是将所得的高低电平信号与浇水所用水泵的开关状态相联系，这一联系可由驱动器来实现。我们这里采用三极管或者MOS管来完成这一操作。本电路用的继电器电压为3V～5V。

当b端为高电平时，三极管导通，继电器K工作，使开关闭合，电动机正常工作；当b端为低电平时，三极管截至，继电器K断开，电动机停止工作。

本湿度测量自动浇花器的基本电路已经通过试验验证，可行性强，能够为广大的养花草爱好者带来很大的方便，如果将这种设计思路，实现到更大系统中，比如农田灌溉等，也是容易实现的。

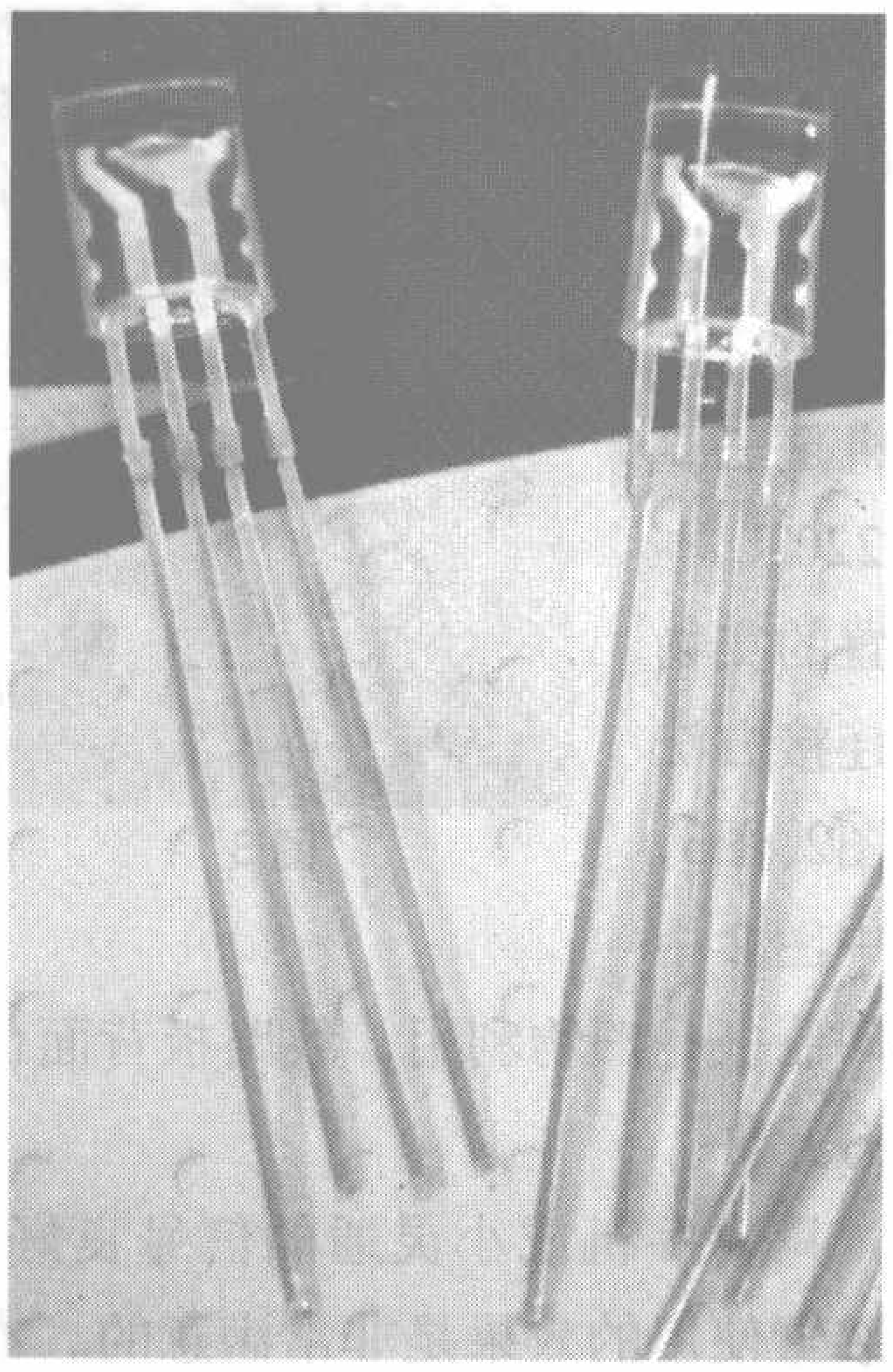


图 2

表 1

参数名称	符号	额定值	单位
输入电压	V_{dd}	2.4～15	V
功率损耗	P	150	mW
工作温度范围	Topr.	−20～+75	℃
存储温度	Tstg.	−40～+120	℃
焊接温度	Tsol.	260	℃

示。

ON9668 内部逻辑设为 20% 的照度回差，可以防止光阀值附近点的输出跳动，对应 Adj 脚电压 1.2V～1.6V。其工作逻辑为：入射光照度没有达到设定门限时，Adj 脚电压随光强弱比例变化，Out 端保持原来低电平，Adj 脚电压达到 1.2V 时，Out 端继续保持原来低电平不变；在光线继续增大，Adj 脚的电压升高到 1.6V 时，Out 端由低电平变为高电平；当入射光线继续增加时，Adj 端将被 1.6V 锁定，只有光线由强变弱，Adj 端电压到低于 1.2V 时，Out 才由高电平变为低电平。这种回差电路的设计可以防止光线在门限阀值点时输出抖动，有效解决了频闪问题。

ON9668 可以广泛用于室外广告机、感应照明器具、玩具制造，并能达到节能控制的目的，也可用于仪器仪表及工业控制，它可以替代传统光敏电阻、光敏二极管、光敏三极管，是一种环保的元器件。

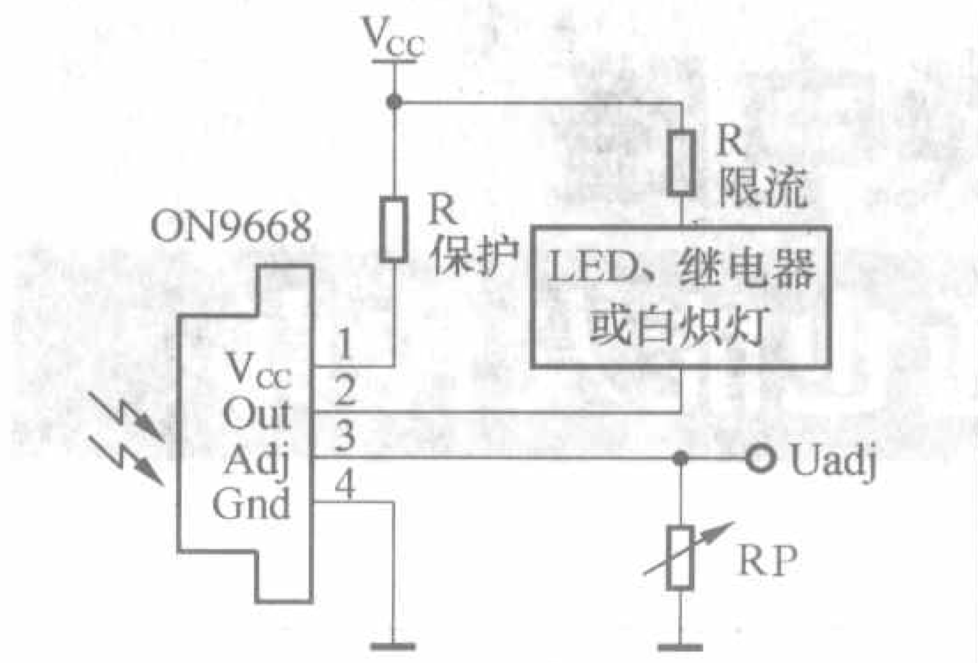


图 3

ON9668 基本应用电路如图 3 所示。下面我们来看三组典型的应用电路。

1. 用于光控驱动继电器的应用电路

图 4 所示是该器件用于光控驱动继电器的应用电路，调整RP的阻值可设定继电器动作的光照点，该阻值越大，光照阀值门限越低（RP 的阻值决定了器件内部放大器的放大倍数）。R1 是保护电阻，取值一般建议在 100 Ω以内，R2为内部上拉电阻，入射光线低于设定门限，Out端是低电平，继电器是处于吸合状态；高于门限点时，Out端是高电平，继电器为断开状态。当然也可以应用于入射光低于门限继电器断开状态。

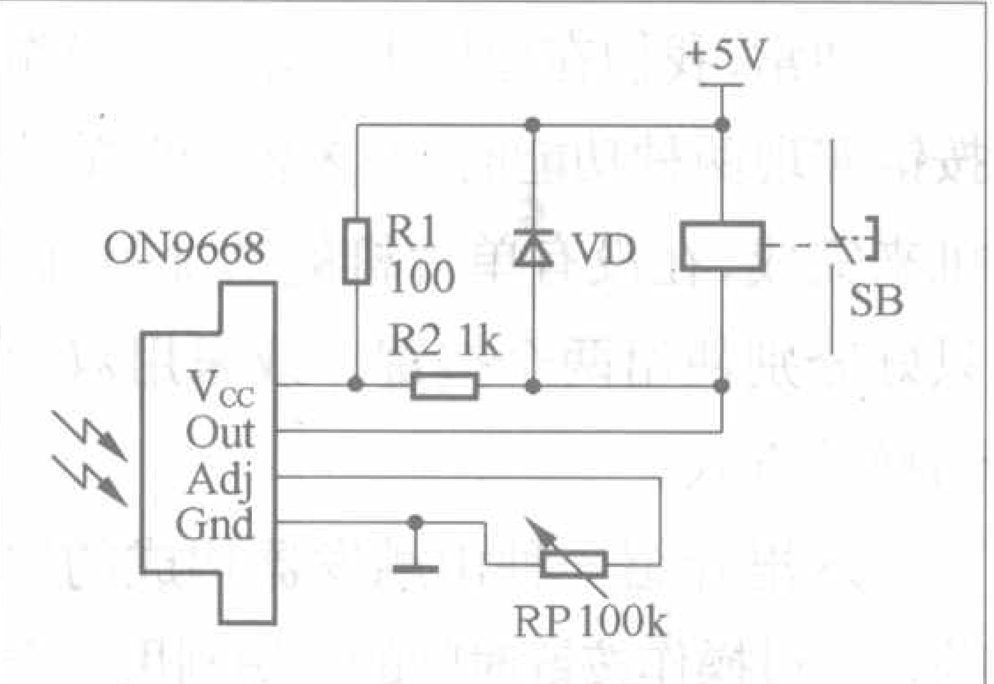


图 4

2. 用于光控音乐电路

图 5 所示是该器件应用于光控音乐电路。RP同样是调整光阀门限的电阻，器件接收的光线低于设定门限时，Out输出低电平，LED指示灯VD亮而音乐芯片不工作，器件接收的光线高于设定门限时，Out输出高电平，音乐片得电工作发声，LED指示灯VD灭。

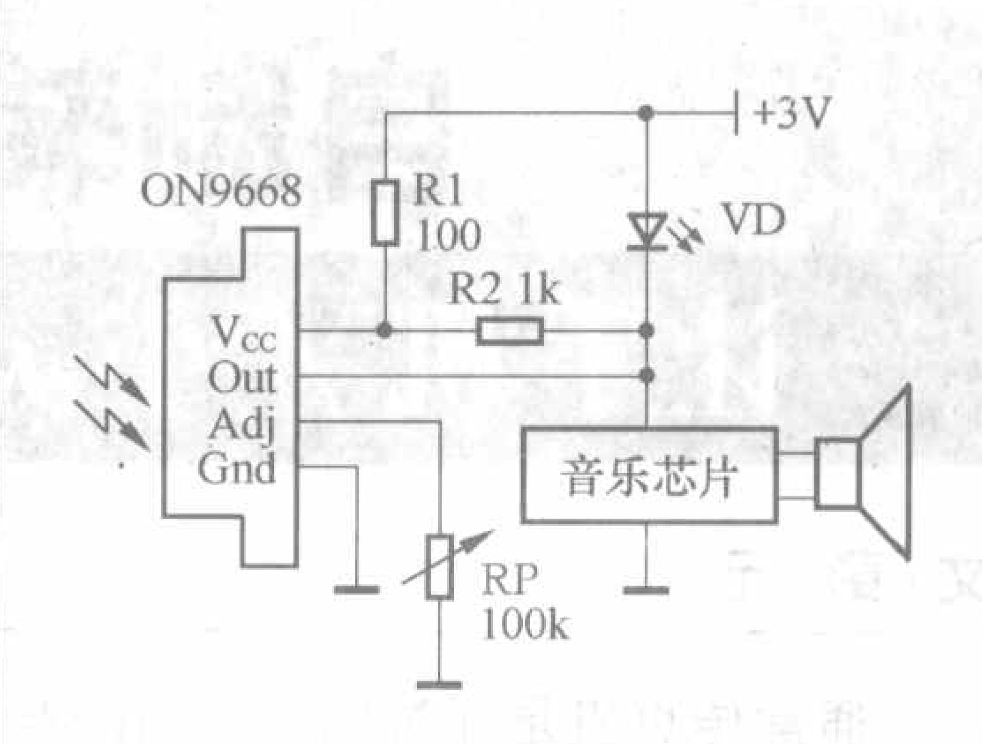


图 5

3. 用于光控灯电路

图 6 所示是用该器件制作的交流光控灯电路，调整RP用于确定灯亮的光阀点，电路工作于光线弱的时候灯亮，光线强的时候灯不亮。该器件的工作电流很小，设计RC降压电路参数时按最大1mA设计，其余是继电器的工作电流，该电路在使用中要注意非隔离电源的人身安全问题。

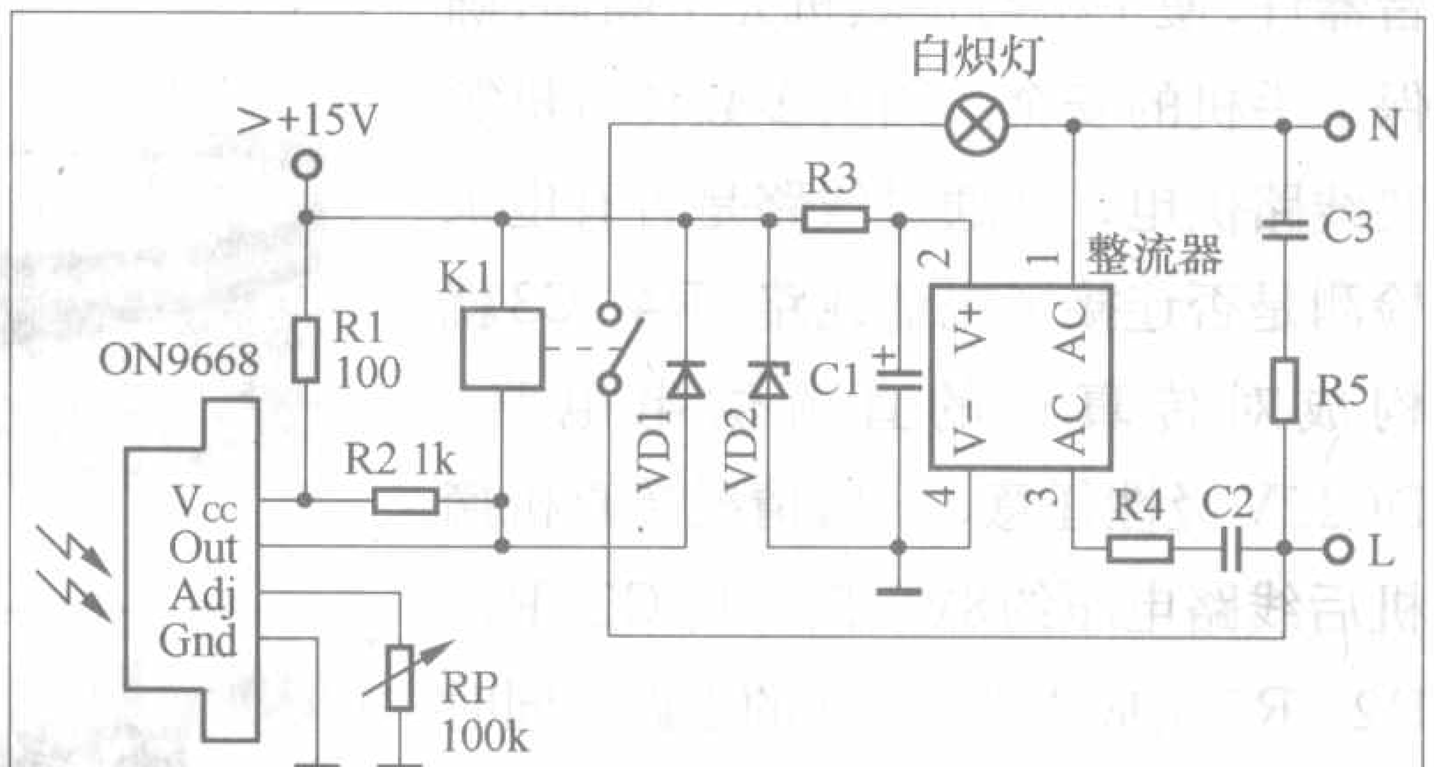


图 6

编者注：读者若对上文介绍的器件感兴趣，可与我杂志社联系，索取样片，发邮件至 radio@radio.com.cn。邮件主题请注明“ON9668样片申请”，同时附上联系方式和索取目的。样片有限，索取从速。

欢迎访问
无线电技术论坛
www.radio.com.cn/bbs/
——无线电爱好者的网上乐园

自制转换电路

让手机／小灵通也能发传真

文／彭　元

通常传真机是通过固定电话线路收发传真信息的，笔者设计了一种简单的转换电路，可以使普通的手机或小灵通连接上传真机发送传真，电路简洁、实用、安全可靠。这种电路适用于具备耳机插孔的手机或小灵通，而传真机则任何品牌型号都可以。

该电路的原理如图1所示，变压器T是手机与传真机的隔离兼信号耦合器件，使手机与传真机完全隔离，确保了手机的安全。因大多数传真机需要线路供电，并通过线路是否有电来检测是否连接了电话线路，R4、C3就构成对传真机的直流供电电路，DC12V极性任意，一般情况传真机摘机后线路电压约8V。T、C1、C2、R1、R2、R3组成4线变2线的电路，同时进行消侧音。

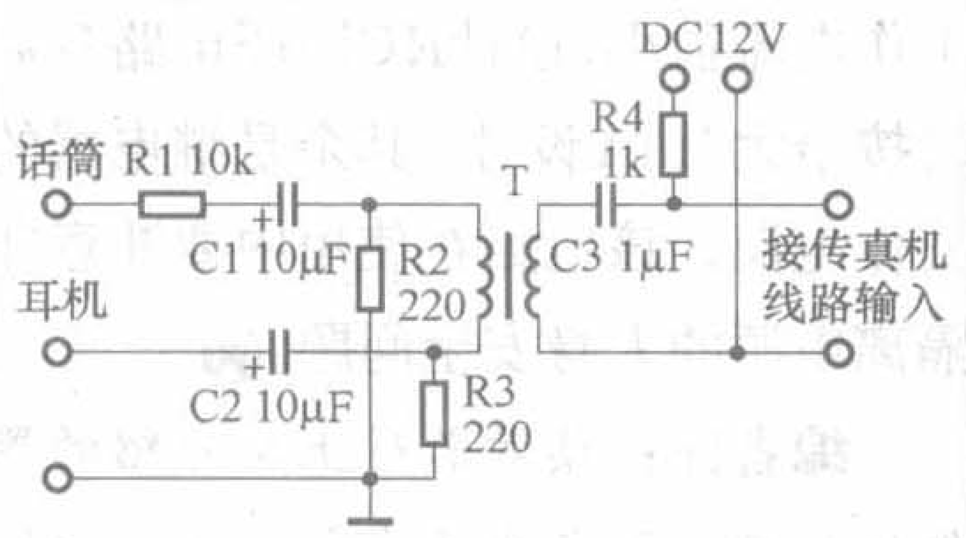


图1

在制作时，T选用1:1变压器，笔者是从报废的调制解调器上拆下来的，初、次级直流电阻约150Ω，C1、C2使用普通10μF电容，C3最好使用无极性1μF～10μF电容，如果使用有极性的电解电容，需要与外接的12V电源的极性一致。该电路对电阻没有特殊要求。

安装调试使用时，因为传真接口、手机小灵通耳机的接口大多是标准接口，且电平基本一致，电路几乎不用调试就能正常工作。需要注意的是，因为手机或小灵通耳机的音量可以调整，音量一定要适中，音量过小或过大有可能引起收发传真的失败。接收传真时，首先用手机或小灵通接听，然后拿起传真机接听，按启动键就可以接收传真了。发传真时，先用手机或小灵通拨通对方电话，然后拿起传真机听筒后按启动键就可以发送传真。

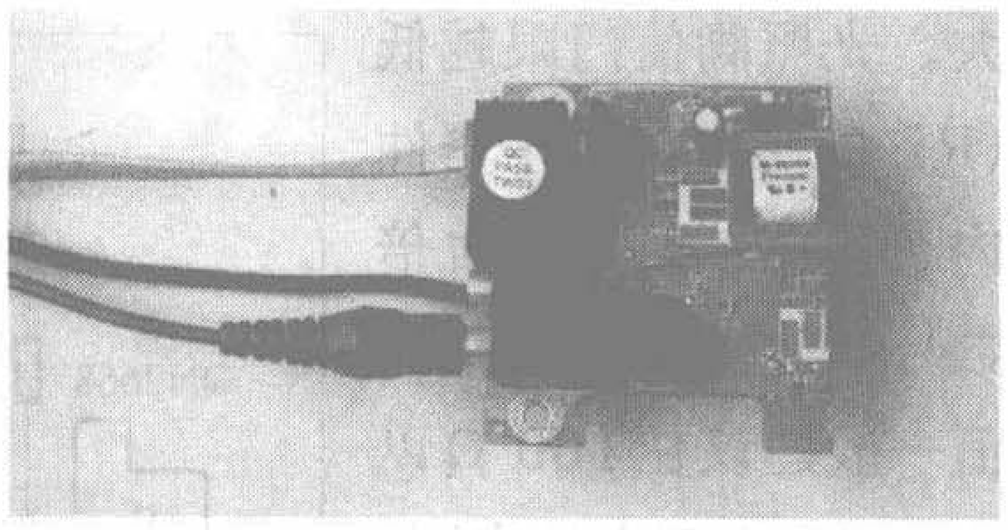


图2

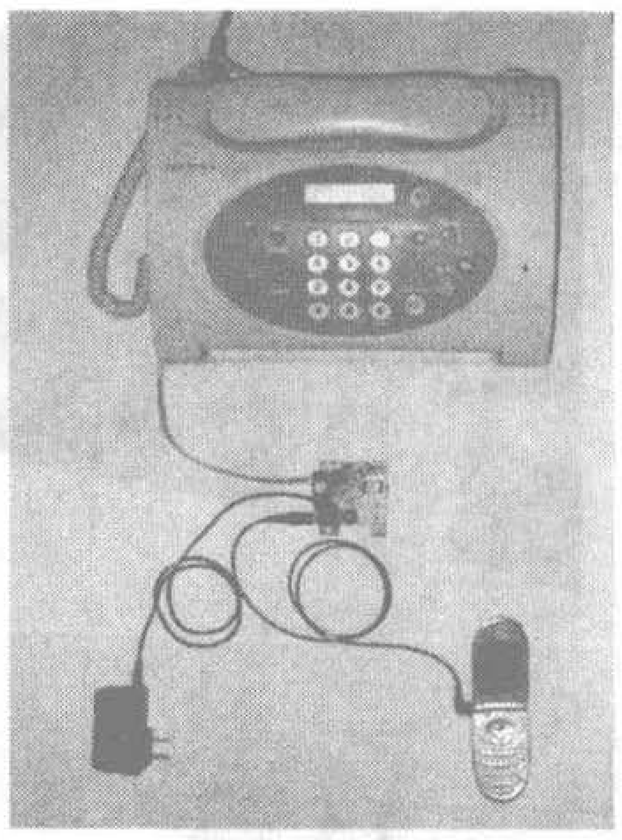


图3

本人使用的小灵通手机是UT610，传真机是三星SF220T，本装置的实物及连接方法见图2、图3，其中图2中的印制板是旧物利用，线路板背面也焊有元件。

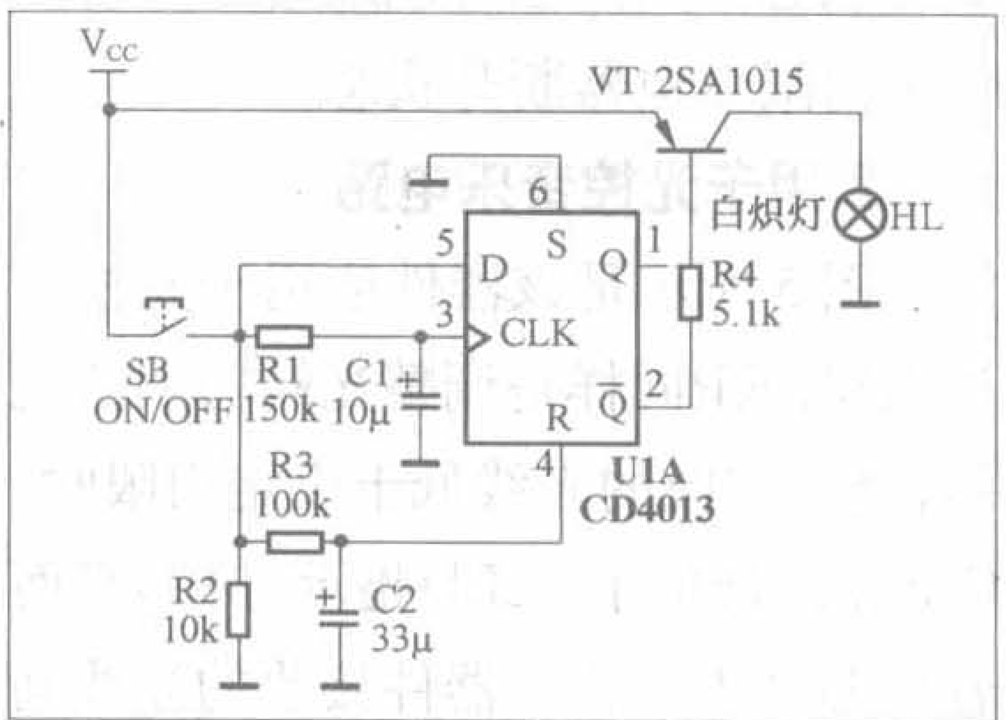
只要手机或小灵通的信号良好，本装置使用的效果是非常满意的。本装置对手机、小灵通、传真机的安全是有保证的，因为收发传真的时候是通过无线网络连接的，不但可以在移动的汽车上收发传真，也避免了雷击通过电话线路的传输导致传真机损坏，所以本装置比使用普通电话线路能更好地保护好传真机，更加适合山区、多雷地区使用。

用触发器实现一按键双功能电路

文／余阿陵

通常，我们在应用中要求一个操作按键实现两种功能时，大多要借助单片机来完成，在没有单片机的情况下，就只好分别使用两个按键，或采用双刀切换等方式。

这里介绍一种由触发器构成的电路，通过操作按键时间的长短利用一个按键实现开机／关机的双重功能，可用于许多小型游戏机电路中。电路见附图。



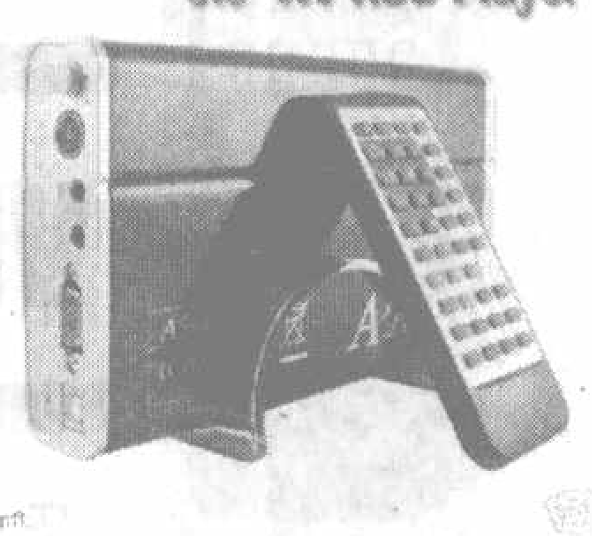
图中以白炽灯HL代替用电设备，当按下SB时，R1、C1与R3、C2组成两个积分电路，由CD4000系列的特性可知，当CLK（CD4013的3脚）、R（CD4013的4脚）端的电位上升到$1/2V_{CC}$时，CD4013输出端发生改变，而CLK端到达的时间为SB按下后的$t1$，R端到达的时间为SB按下后的$t2$，由附图有：

$$t1=R1C1ln2=1(s)$$

$$t2=R3C2ln2=2.29(s)$$

即：当SB按下时间t为$t1<t<t2$时，CD4013在CLK与D端收到SB送来的信号后，使其2脚为低电平使VT导通；当SB按下时间t为$t2<t$时，VT关断。

用普通硬盘打造全能数码影音中心



文/陶 言

最近笔者使用了一款全新的改进型多功能硬盘影音播放器套件HD350，该套件可以利用普通电脑中淘汰的IDE接口硬盘或新购硬盘制作成为多功能影音播放器，制作好的播放器，可像使用普通DVD机一样与电视、音响等进行连接，然后用遥控器随意播放机器内已经存储好的VCD、DVD、MPEG4、MP3、JPG等多种格式的影音内容，操作简单。除了播放功能外，该播放器同时还是一台成本低廉的超级大容量影音库（如配80G硬盘可存几万首MP3歌曲或数千首MTV歌曲、上百部电影），因为硬盘具有可擦除、重写功能，故使用该播放器还可对存储的影音内容随意添加、删除及编辑，非常适合影音爱好者自建个性化影音库。下面简介其功能应用与组装方法。

一、套件介绍及组装

这款型号为HD350的多媒体硬盘播放器外壳由全铝合金压铸而成，方便播放器本身和硬盘的散热，其全金属外壳可将播放器内的电路置于一个相对较为洁净、无干扰的环境中，有利于营造出更为纯净的音视频效果。

播放器的一侧由半透明塑料板全密封，内有状态指示灯和红外遥控接收器，另一侧为接口端子，其中AV孔用于外接电视、音响（有专用线配套,），也可作为普通耳机插孔，作便携式MP3使用；VGA接口，可以和电脑显示器相连；CX孔是数字同轴信号输出，用以外接带解码的功放，以便输出5.1声道音频信号，再现数字环绕声场；播放器的最下端为方便与电脑连接的USB2.0高速接口，主要用于与电脑USB接口传输数据。

拆下侧面的塑料板，可取出非常精致的解码板，该解码板采用全贴片元件，由高精密贴片机制作而成，见图1。该机采用最新的ESS解码芯片，可兼容VCD（DAT、MPEG1）、DVD（MPEG2、VOB）、MP3、MP4（ASF、DIVX、AVI）、JPG等大多数通用格式，相较市面上插卡式MP4需转换为ASF格式才能解读来说，其性能要强大很多。

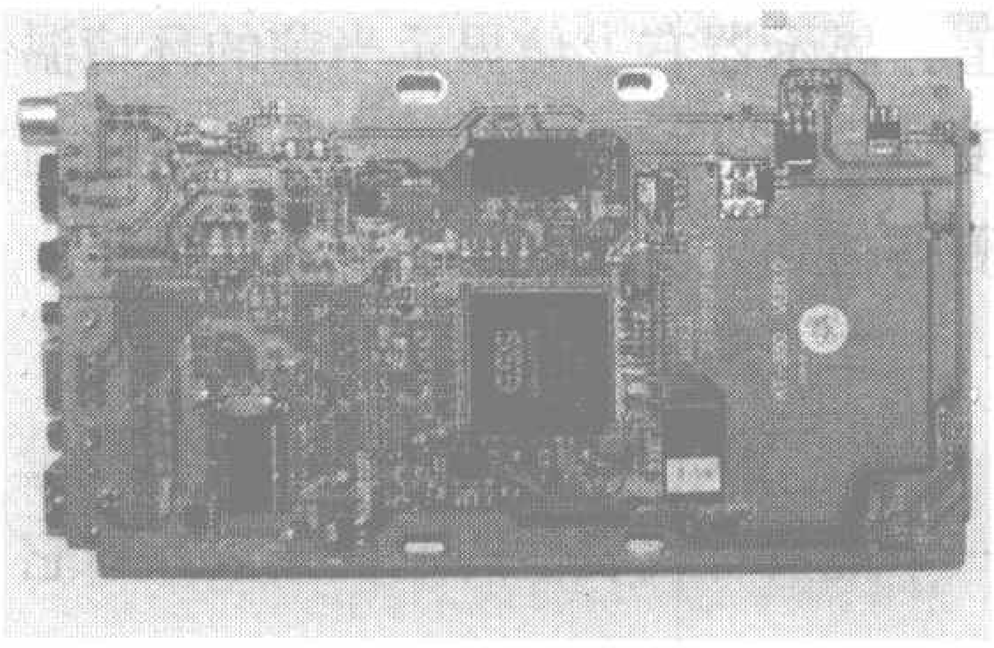


图1 播放器解码板正面图

由于硬盘的存储量大，在解读的过程中会对暂存器有较高的要求，该机采用了高容量暂存器，完全可以应对读盘过程中的各种数据暂存要求。该机还采用了电可擦写的29AL016做ROM芯片，使得该机具有了智能升级功能，可以方便地通过其自带的USB接口拷贝数据进行升级。

解码板上预留有与硬盘对插的IDE插座和标准的硬盘电源供给连接线，使用时只需要将硬盘与其对接插好，然后再拧上解码板背部的螺丝进行固定（图2为已经装好10G旧硬盘的解码板），之后即可将组装好的硬盘和解码板整体装入播放器外壳中，成为一台外观精美的多功能硬盘影音播放器。

为避免开关电源带来的干扰，该机未采用内置电源，而是用外配高效开关电源供电，这样机器内部便无任何干扰源，自然能够输出较为完美的影音质量。

二、内容的制作

机器组装好后还不能马上使用，需要对硬盘进行FAT32方式格式化，若爱好者对硬盘格式化方法不熟悉，可登录www.rjdz.net.cn下载操作方法和专用格式化分区软件pq8.0。需要注意的是，不管将硬盘分几个区，在创建分区时，每个分区都应选“主分区”。

分区及格式化后的硬盘是空白的，需要在其上新建文件夹，然后改名称为“音乐”、“卡拉OK”、“电影”、“照片”等，这个步骤非常重要，因为播放器只能识别在其内部硬盘根目录下新建的文件夹，再将相应的节目内容拷贝到文件夹中即可。为便于选择，可在各个文件夹下再建子文件夹，将歌曲直接拷贝到子文件内，机器会自动进行编号，选择时直接按歌曲相对应的数字即可。由于该播放器支持中文的文件夹显示，故文件夹的名称可随意更改。

对于DVD节目源，在拷贝时应将光盘文件中的VIDEO、AUDIO等两个文件同时拷贝；对VCD节目源，可只拷贝MPEG文件下的DAT文件；

图2 组装好硬盘的解码板

VICTOR 25多功能过程校准器应用实例

文/苏建伟 刘 波

VICTOR 25多功能过程校准器是一款多功能、高精度、高稳定性、容易使用的手持式现场过程校准工具，它提供的强大功能可测量、输出和校准大多数的过程参数。本文通过两个典型的应用实例为大家介绍该仪器的使用方法。

一、温度装置的校准

在工业生产过程中，温度的检测起着很重要的作用，如检测钢厂中钢水的温度，电厂中锅炉炉膛的温度，化工厂反应罐中的温度或食品厂冷冻室的温度等。在上述应用中一般使用测温元件，如热电偶（TC）或热电阻（RTD）将温度信号转换为电信号，再由温度显示器显示出相应的温度，或由温度变送器变换成标准的4mA～20mA信号，再将转换后的电信号送入温度控制器，直接对温度进行控制。以下是一个典型的应用实例，使用热电偶测量温度。

如图1所示，将热电偶的两芯插座通过转接器插入VICTOR 25测量端，按测量[ON]键启动测量，按测量[FUN]键选中热电偶测量，按测量[RANGE]键选择热电偶分度号，按[RJ-ON]键启动自动冷端补偿，此时校准器上端会显示出当前测量的温度值。显示器右上角显示当前的环境温度值，按[T.display]键还可显示当前测得的mV值。

二、回路校准

生产过程中4mA～20mA信号是一个最具有代表性的过程变量，对它的校准是现场校准的一项重要工作，以下为校准回路电源供电隔离器的方法。

回路电源供电隔离器（简称隔离器）是一种产生与输入端4mA～20mA成比例的信号并与输入信号电气完全隔离的装置。它不同于两线变送器，其工作电压来自隔离器的输入端。使用VICTOR 25校准隔离器接成如图2所示，VICTOR 25输出设为mA功能，此时的接线相当于模拟一台两线制的变送器输出，输入设为测量mA功能，此时改变VICTOR 25的输出，它的输入也能产生相应的改变，以此便可对回路电源供电隔离器进行校准。此时可利用[mA%]键和输出[25%]键手动阶梯输出功能检查隔离器的线性度。

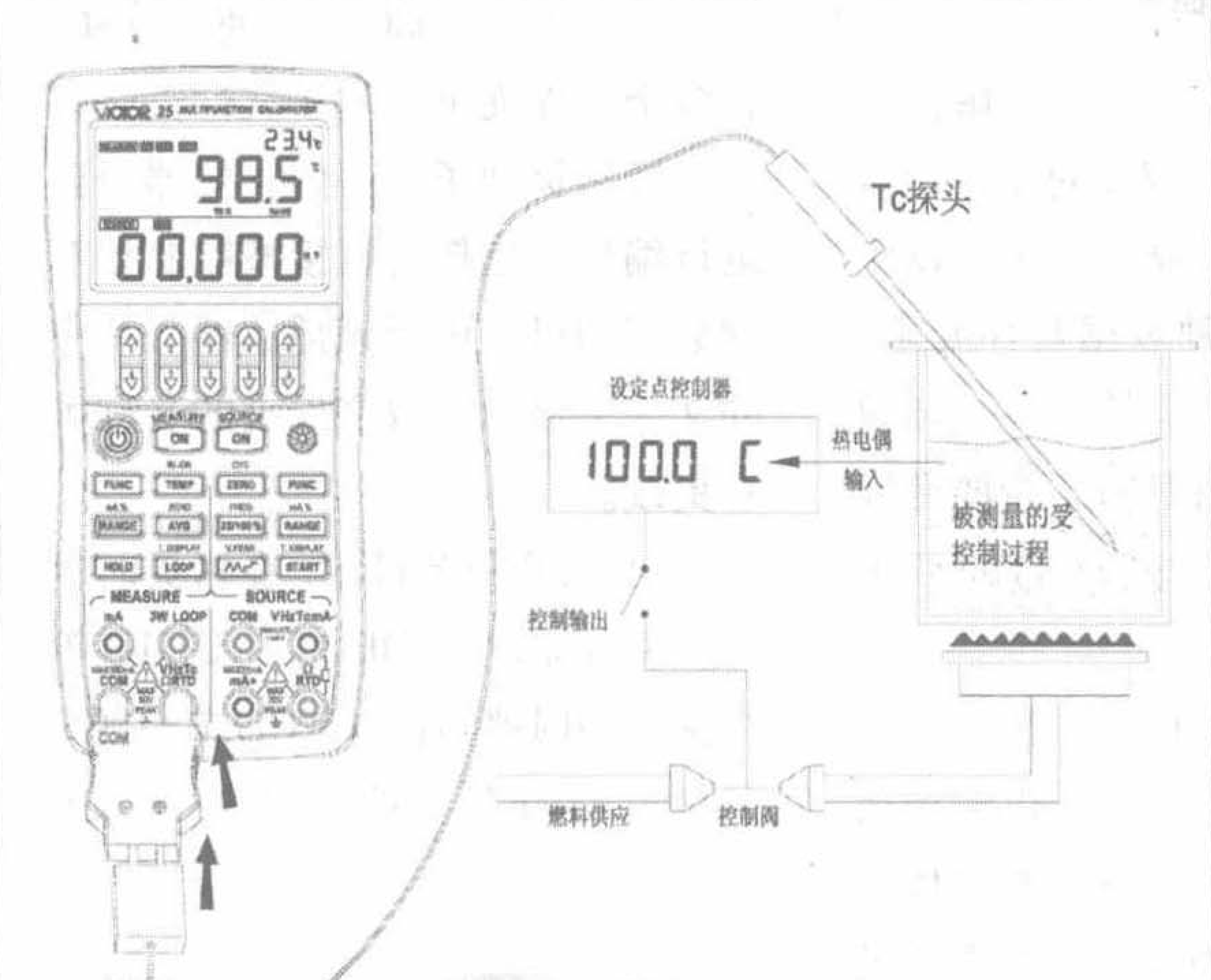


图1

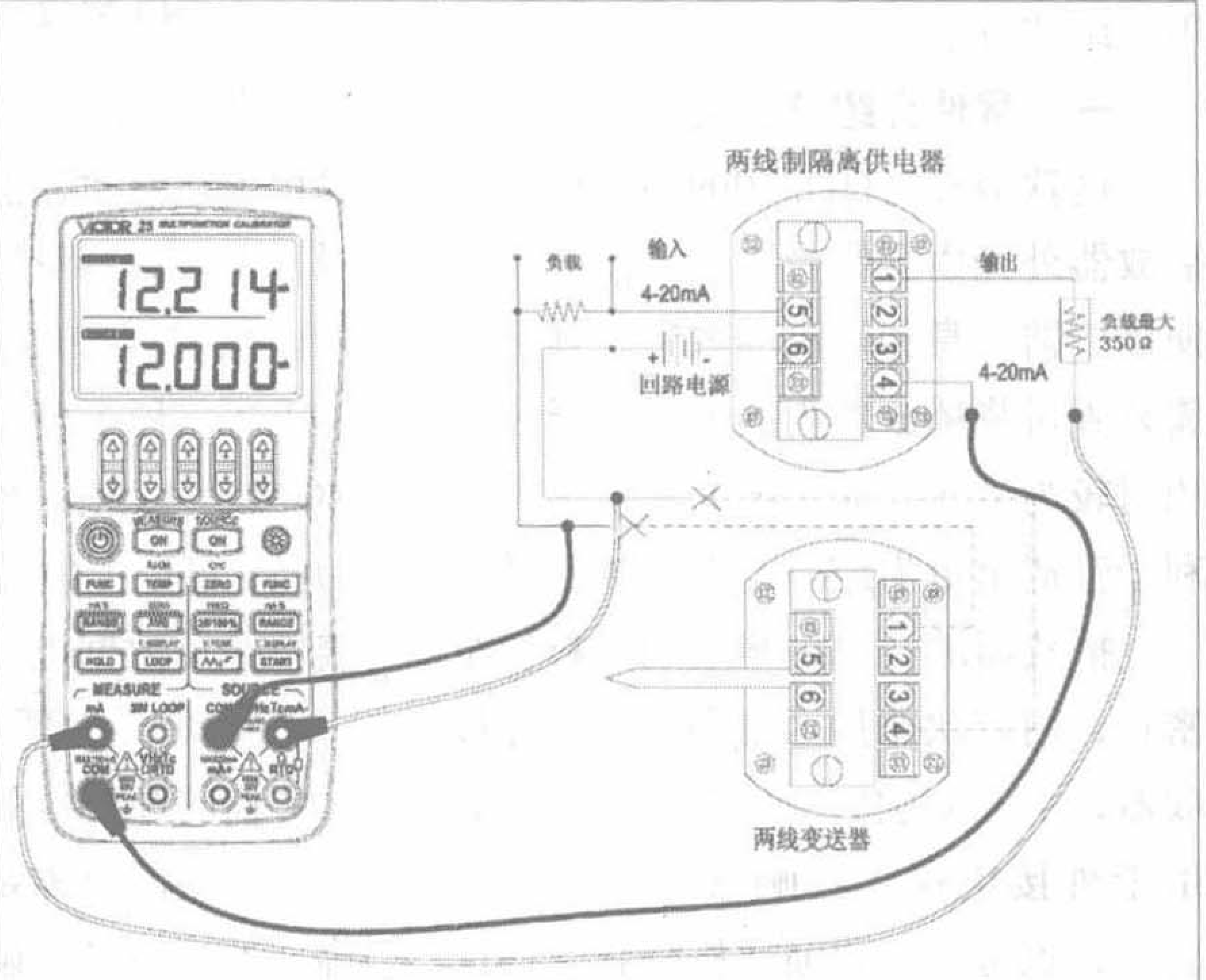


图2

MP3、MPEG4、JPG等内容，可直接拷贝。由于该播放器采用的是最新高速USB2.0接口，故拷贝速度很快，一般的VCD故事片，大约2～3分钟即可拷贝完毕，相对于普通录像机或光盘录像机，效率要高很多。

拷贝好内容的播放器，就可以直接连接家庭、车载及专业影音系统进行播放。

本文介绍的HD350多媒体硬盘播放器的相关销售信息请见本期第72页广告。

新品速递

LED驱动集成电路

文/吴红奎

写在前面：

本文介绍6种LED驱动集成电路：ADP1653、MAX8790、LM3404、AS1110、LT3591、STCF03。

LED驱动应用主要是三个方面：1.闪光灯应用，主要目的是控制LED的点亮时间。2.背光照明，主要针对便携设备，目的是控制各个LED的亮度均匀（恒流控制）以达到背光均匀的目的，一般还要同时采用升压、降压以及升/降压电路来解决电池放电电压下降的问题。3.简单图形、图像显示，通常的应用是用来显示静、动态的字符和简单图形以及大幅的动态图像的各种LED显示屏，主要方向是提高LED显示屏的显示精细度和灰度级数，一般使用点阵或者矩阵控制方式。

对LED采用恒流驱动是因为LED即使在其工作电流范围内，它的光输出变化范围高达150%左右。LED闪光灯的功耗控制是目前的一个热点问题，LED图像显示则是技术难点，便携设备的背光照明以及照相辅助照明则属于一般应用，功耗管理是其中的一个卖点。作为高效光源用于生活照明时，LED技术主要解决的方向是其本身的功率问题，与驱动的关系不大。

恒流条件下LED的亮度并不是一点不变，随着运行时间的增加，其亮度也会不均匀下降，温度的变化也会使其亮度的变化，所以要更精确地控制LED亮度时需要同时使用光传感器，用光反馈回路配合LED驱动电路精确控制LED的亮度。

ADP1653：用于中高端照相手机的高效大功率闪光LED驱动器

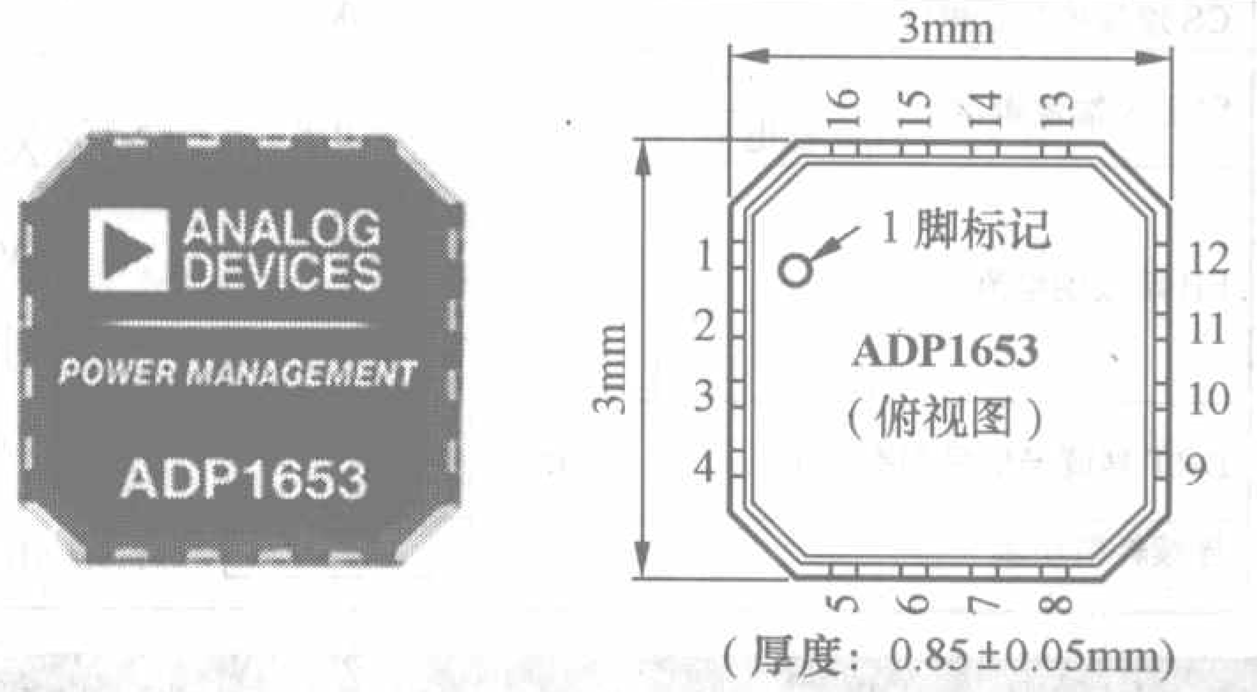
ADP1653是模拟器件公司推出的HPLED（高亮度LED)驱动IC，适用于作为闪光灯、辅助照明光源使用的HPLED的驱动，如数码相机、数字摄像机以及带有拍照、摄像功能的手机、PDA等便携设备。

ADP1653采用升压方式的电源调整电路，PWM（脉宽调制）频率为1.2MHz，最大开关电流在峰值输出电压为12V时可以达到2.1A。ADP1653支持两线和I²C控制两种方式，并且可以通过外部端子（10脚）进行选择，所有LED的工作电流，包括闪光灯、辅助照明、状态指示，都可以通过外部电阻（两线控制方式）或者外部电阻配合I²C（I²C控制方式）进行设定。如果在使用闪光灯期间手机刚好有电话打进来，借助一个逻辑控制信号（Txmask，见图2），ADP1653能够在50μs内迅速将LED的电流降低到最低工作值，这样能够优先保证手机通信的可靠性，同时也能保护电池不受过度放电的伤害。

ADP1653采用16端子的LFCSP封装，它的实际模拟外形、引脚排列和外形尺寸见图1，主要技术参数见附表，典型应用原理图见图2，它的电子数据手册可以从www.analog.com/UploadedFiles/Data_Sheets/ADP1653.pdf下载。

附表 ADP1653的主要技术参数（V_{DD}=3.0V~5.5V，T_A=-40℃~+125℃）

一般中文译文			单位	典型值
工作电压范围			V	3.0~5.5
最低工作电压			V	2.9
				2.7
静态工作电流			mA	≤0.045
				≤0.7
				≤3
过热关断温度			℃	155
HPLED端（9脚）电流调整范围	两线方式	照明模式	mA	125
				50
		闪光模式		500
				50
	I²C控制	照明模式		125
				50
		闪光模式		500
				395
最大闪光时间			ms	820
SETF端响应时间			μs	22
				24
最大耗散功率			W	1



1 SETT	7 OUT	13 LX
2 SETF	8 GND	14 V_{DD}
3 CTRL1/SCL	9 HPLED	15 EN
4 CTRL0/SDA	10 INTF	16 STR
5 SETI	11 $\overline{INT}$	
6 ILED	12 PGND	

图1 ADP1653的实物外形、引脚排列和外形尺寸图

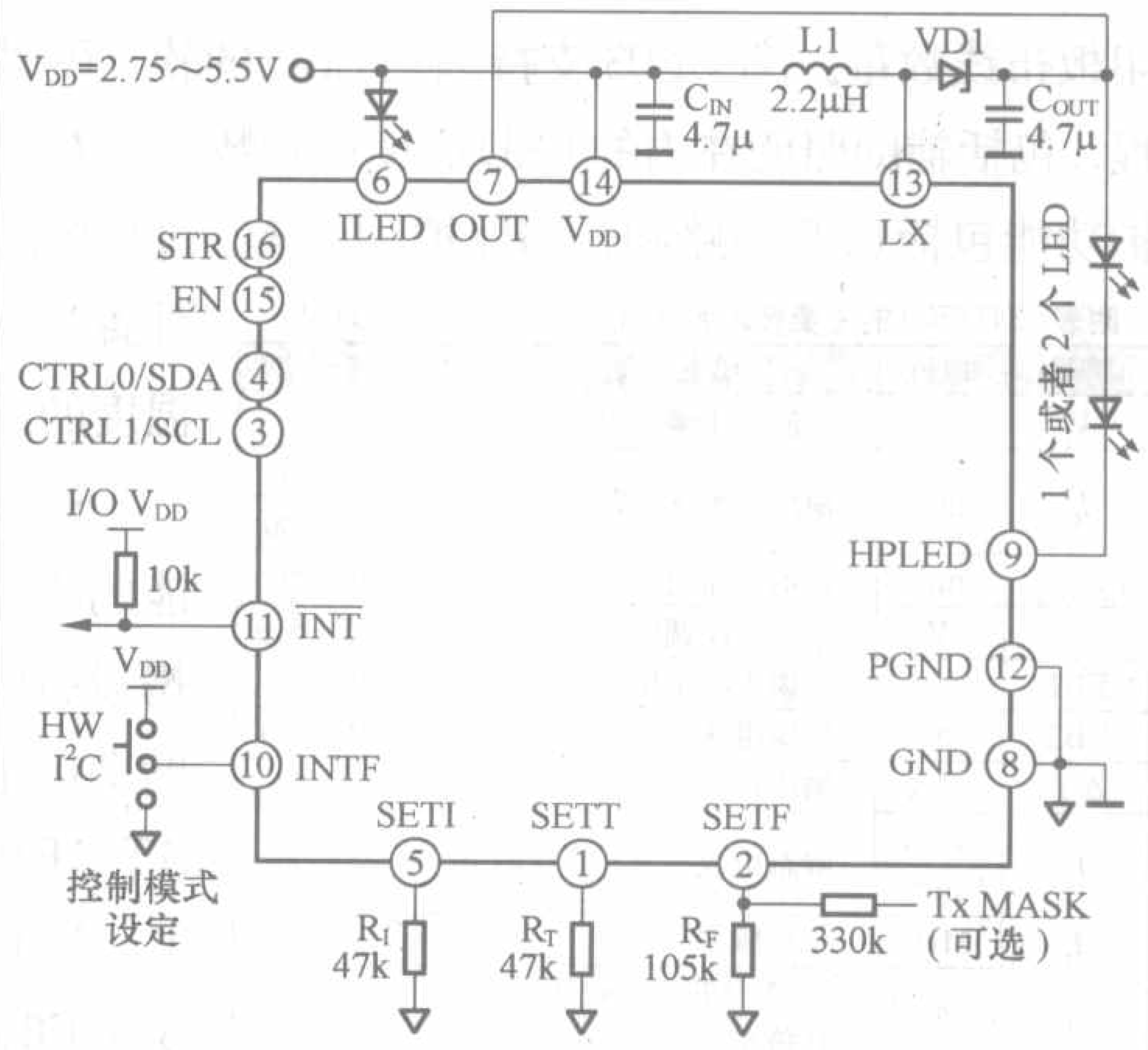


图2 ADP1653的典型应用原理图

MAX8790：针对 LCD 面板应用的 6 路串联白光 LED 驱动 IC

MAX8790 是美信推出的针对采用 LED 阵列作为背光光源的大屏幕液晶显示器(LCD)设计的白光 LED、(WLED) 驱动 IC，它采用电流模式的升压控制器驱动 6 路串联的 LED，能够为每路 LED 提供固定的 20mA 或可调的 15mA～25mA 的电流，电流调节采用步进控制方式，每路间的电流精度误差能够控制在 ± 1.5% 左右。

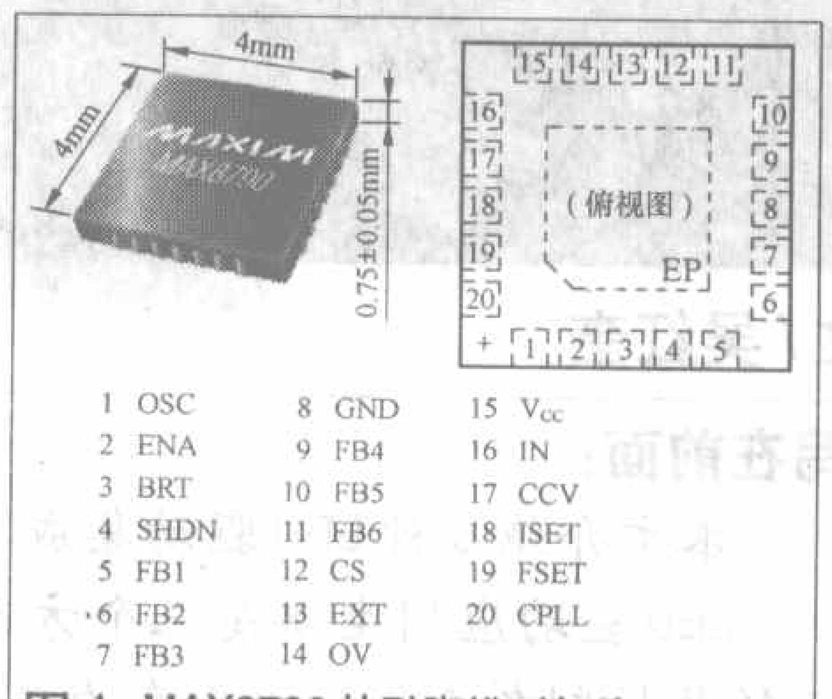


图 1 MAX8790 的引脚排列与外形尺寸图

MAX8790 可以采用 DPWM（数字调节方式）或者 Analog+DPWM（模拟线性调节方式)两种方式调节 LED 的亮度，调光范围可以达到 100：1。MAX8790 的开关升压电路的工作频率可预置为高、中、低 3 挡，产品设计工程师可以根据实际需要在元件尺寸和效率之间进行折中选择。外置功率 MOSFET、比较低的反馈电压(450mV)有助于提高效率，内部集成的为升压电路提供电压基准和门极驱动电压的 5V 线性电源稳压器，在外部输入电压刚好是 5V 时可以转换成只作为电子开关使用，以降低功耗。独立的反馈环路可以有效地防止因为 LED 断路、短路造成的输出电压异常。MAX8790 的其他特点还包括逐周期电流限制方式、过热关断保护等。

附表 MAX8790 的主要技术参数(V_{IN}=12V，T_A= +25℃)

项 目		单位	典型值
IN 端输入电压范围		V	4.5～5.5
			5.5～26
V_{CC} 端电压		V	5.0
IN 端静态电流		mA	≤ 2
		μA	≤ 10
EXT 端高电平		V	= V_{CC}
EXT 端低电平		V	0
		A	1
(升压电路）工作频率		kHz	1000
			750
			500
最小占空比		%	10
最大占空比		%	95
CS 端保护起始电压		mV	100
SHDN 端逻辑电平	高电平	V	≥ 2.1
	低电平		≤ 0.8
FB 端吸纳电流		mA	20
			25
			15
			4
BRT 端调光信号频率范围		Hz	200
			400
连续耗散功率		mW	1349

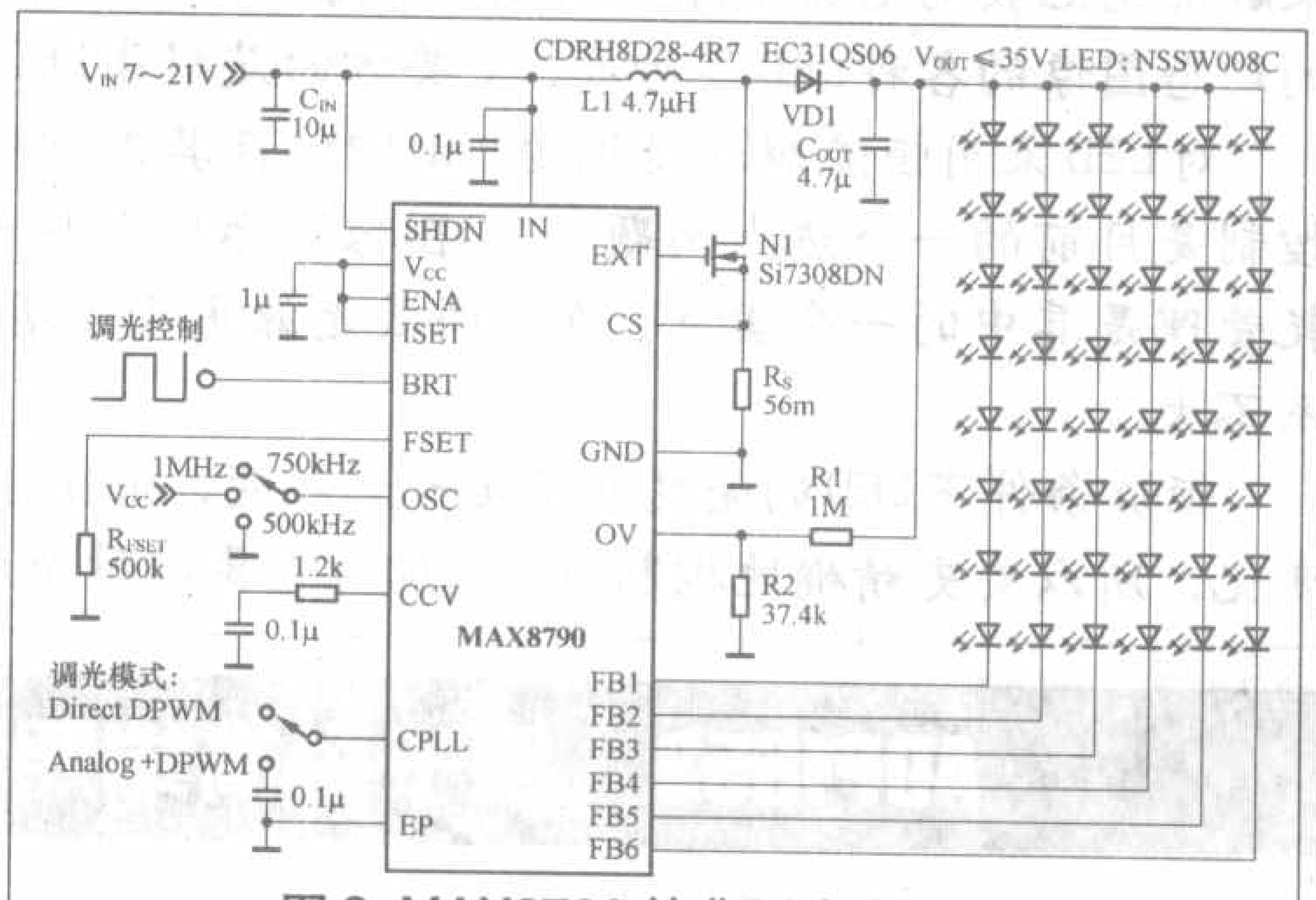


图 2 MAX8790 的典型应用原理图

MAX8790 采用无引线、裸露散热焊盘的 20 端子 TQFN 封装，工作温度范围是 − 40℃ ～ + 85℃。它的实际模拟外形、引脚排列和外形尺寸参见图 1，主要技术参数见附表，典型应用原理图见图2，电子数据手册可以从 www.maxim-ic.com.cn 下载。

STCF03：采用全功能 I²C 控制界面的升 / 降压高亮 LED 驱动器

STCF03 是德州仪器推出的适用于便携照相设备的单个闪光 LED 驱动器。STCF03 集成的电源调整电路采用升降压方式，能够更可靠地保证 LED 获得合适的驱动电流，而不用担心电池电压是否合适。STCF03 采用 I²C 控制方式，在实现多种控制功能的同时而不用过多的外部引脚，因此可以减少印板布线数量。STCF03 支持闪光 LED 的软、硬触发，闪光时间数字可编程，包括辅助照明在内的 LED 亮度以指数变化方式 16 级可调节，集成的保护功能包括 LED 短路和开路保护，IC 核心过热检测和保护以及可选的采用外置 NTC（热敏电阻）检测 LED 温度的过热检测和保护等。

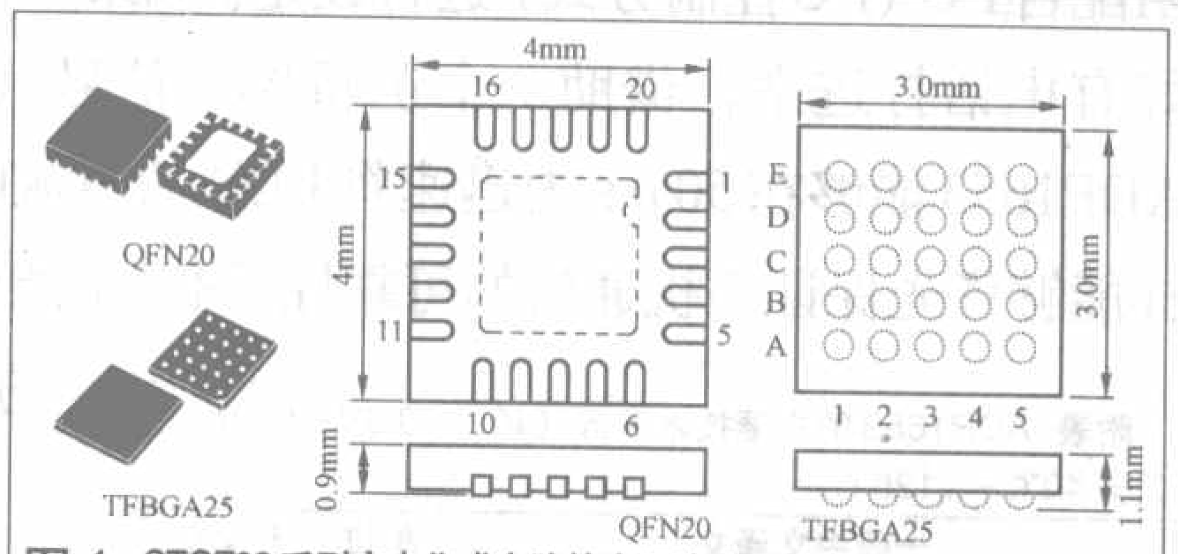


图 1 STCF03 系列充电集成电路的实际外形、引脚排列和外形尺寸图

附表 STCF03 的主要技术参数（T_A = 25℃，V_I=3.6V）

符号	单位	参数说明	典型值
V_I	V	直流电压输入范围	2.7～5.5
I_O	mA	输出电流调节范围	60～600
			15～200
I_{AUXLED}	mA	指示端输出电流（10 脚）	0～20
V_O	V	输出电压调节范围	2.5～5.3
FB1	mV	反馈电压范围	30～250
FB2	mV	反馈电压范围	30～250
ΔI_O	mA	输出电流偏差	± 10%
I_Q	μA	静态电流	1
	mA		1.8
f_s	MHz	工作频率	1.8
η	%	IC 本身的工作效率	87
		总效率	75
OVP	V	输出过压保护点	≥ 5.5
OTP	℃	过热保护温度	140

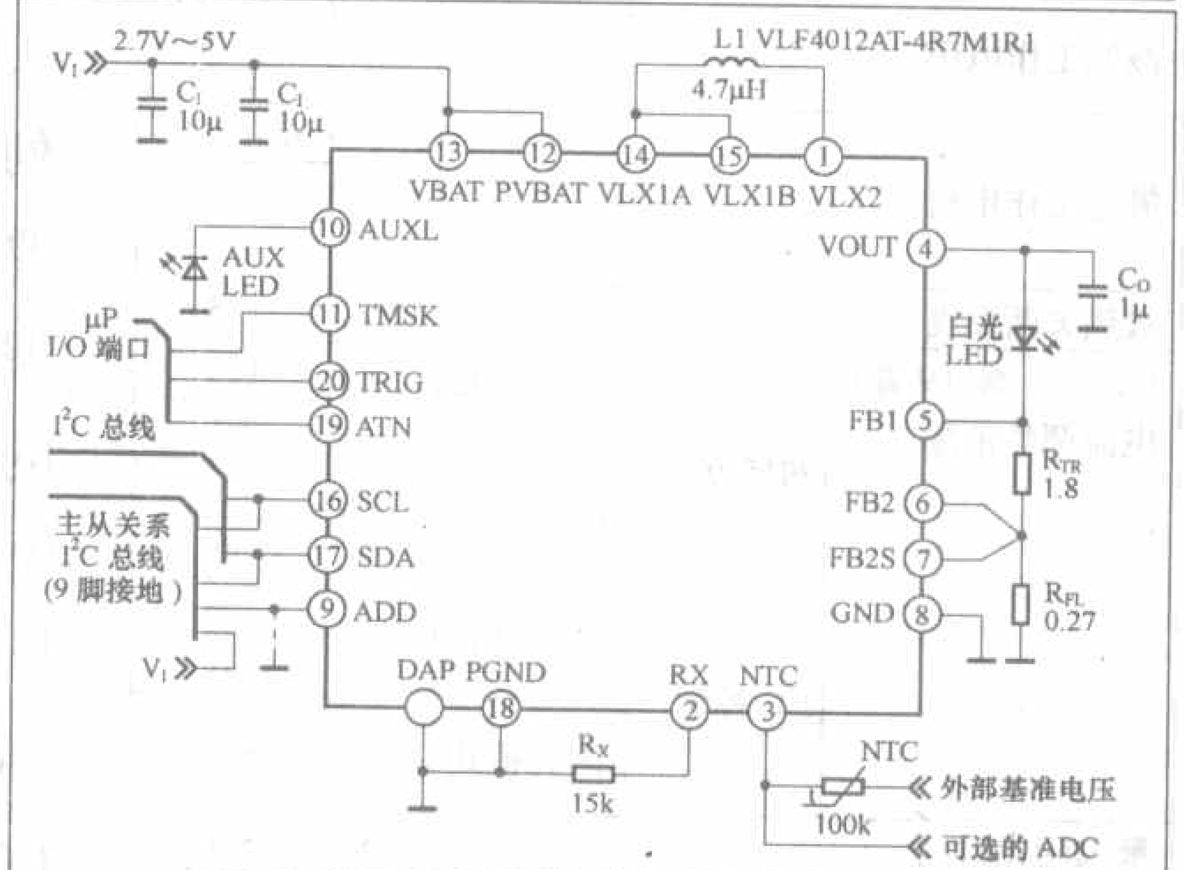


图 2 STCF03 的典型应用原理图

STCF03 适用于具备照相功能的手机、PDA、数码相机等便携设备的 LED 驱动，有无引线的 20 端子 QFN（对应型号 STCF03PNR）和 25 焊球的 TFBGA（对应型号 STCF03TBR)，其外形图、引脚排列与外形尺寸见图 1，主要技术参数见附表，典型应用电路见图 2，电子数据手册可以从 www.st.com/stonline/products/literature/ds/13169.pdf 下载。

LT3591：集成肖特基二极管的恒流白光LED驱动器

LT3591是凌特公司推出的恒流白光LED 驱动器。LT3591集成了直流升压电路所需要的肖特基二极管，使用1MHz的工作频率，所以外围元件可以使用小巧的电感和电容，使用高压侧LED电流检测拓扑，因此允许LED 阴极直接接地，能够减少印板连线数量，加之其2 mm × 3 mm × 0.75mm 的DFN 小体积封装，即使包括外围元件在内也只需要很小的总体印板面积。LT3591采用单节锂离子电池供电能够驱动10 个串联的白光LED，效率高于78%，采用“True Color PWM™”技术，LED调光范围可以达到80:1，适用于采用白光LED 实现背光照明的各种便携式设备，如手机、PDA、数码相机、MP3、GPS等。

LT3591 采用无引线8端子的DFN封装，它的引脚排列与外形尺寸参见图1，主要技术参数见附表，典型应用电路见图2。LT3591的电子数据手册可以从Linear的网站www.linear.com.cn下载。

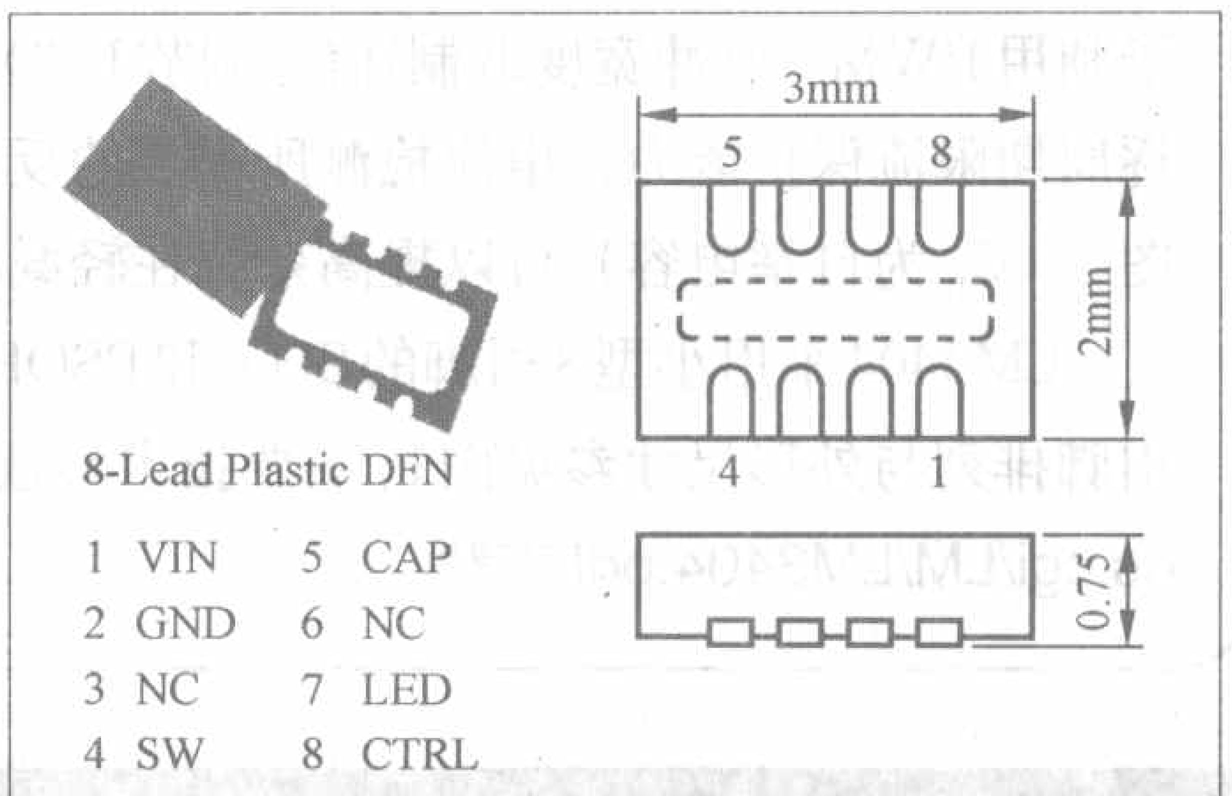


图1 LT3591的实物外形、引脚排列与外形尺寸图

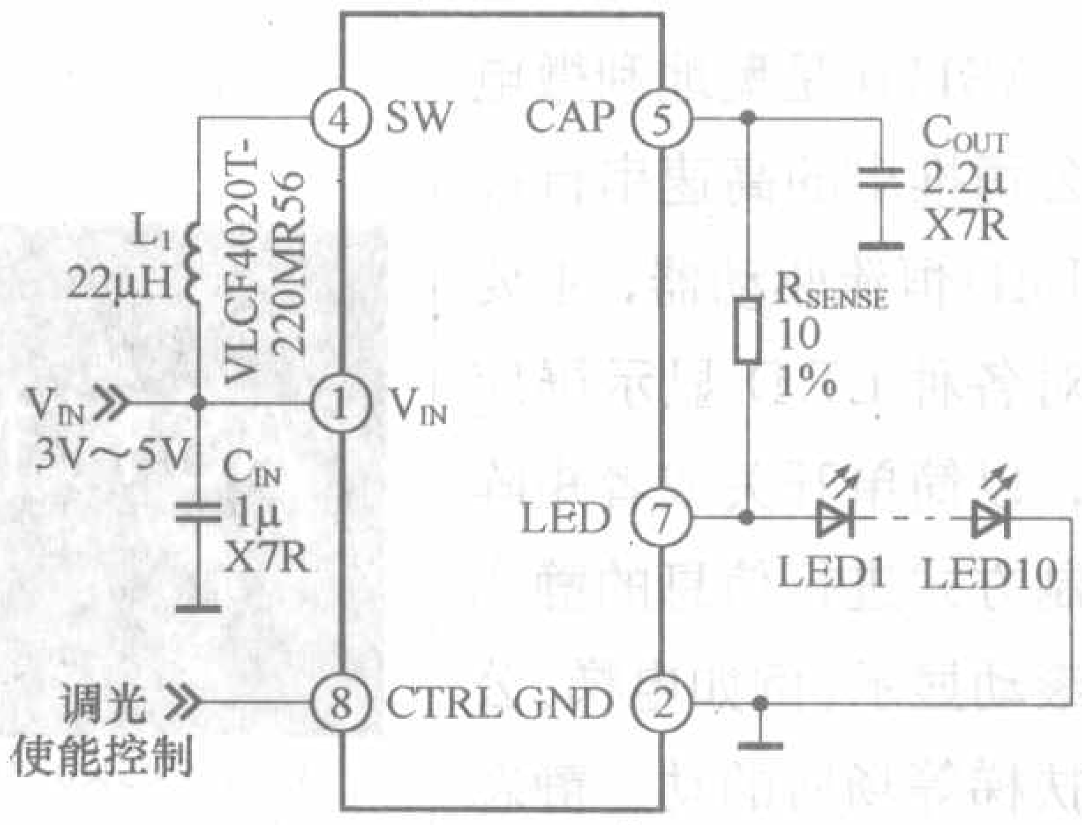


图2 LT3591的典型应用原理图

附表 LT3591的主要技术参数（V_{IN}=3V，V_{CTRL}=3V，T_A=25℃）

参数说明	单位	典型值
工作电压范围	V	2.5~12
工作电流	mA	4
$V_{CAP}-V_{LED}$	mV	200
CAP(5脚) 偏流	μA	40
LED(7脚) 偏流	μA	20
LED(7脚)最大电压	V	45
升压电路开关频率	MHz	1
最大占空比	%	94
最大开关峰值电流	mA	800
（集成）开关饱和压降	mV	200
CTRL端失控电压	V	≥1.5
CTRL端关断电压	mV	≤50
CTRL端开启电压	mV	≥100
CTRL端消耗电流	nA	100
过压保护点	V	42
（集成）肖特基正向压降	V	0.8
（集成）肖特基漏电流	μA	≤4

LM3404：低功耗高亮度发光二极管驱动IC

LM3404是美国国家半导体公司推出的单片降压型（BUCK）高亮度LED恒流驱动IC，它适应 6V~42V 的输入电压范围，比较适用于推动汽车电子系统、工业系统及一般照明系统内置的新一代大功率高亮度发光二极管组件。可耐受更高输入电压的型号是LM3404HV，输入电压范围是6V~75V。与LM3404同系列的还包括驱动功率稍小一点的LM3402和LM3402HV以及BUCK电路工作频率固定的LM3405。

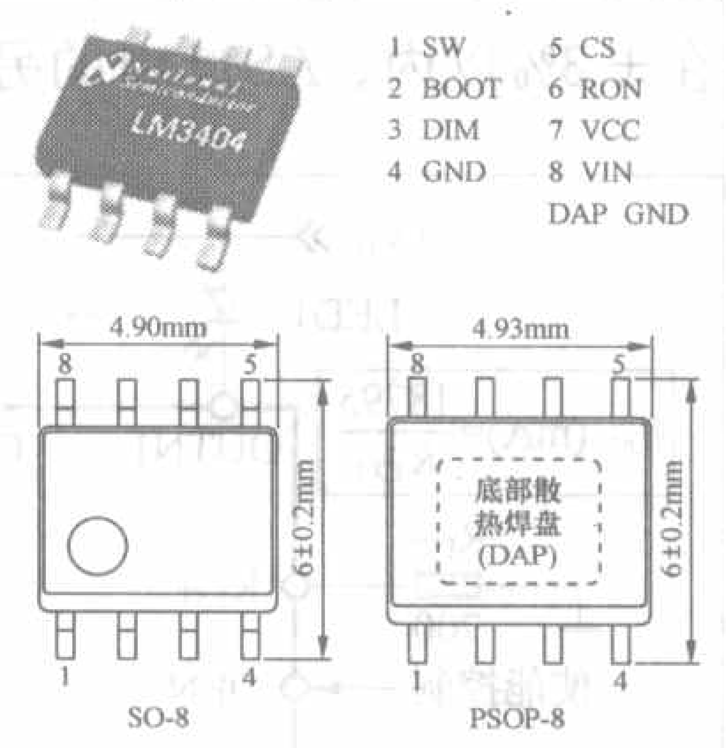


图1 LM3404的实物外形、引脚排列与外形尺寸图

LM3404内部集成了功率MOSFET，BUCK开关电路以Continuous Conduction Mode (CCM: 连续导通模式)模式工作，工作频率理论上只受限于内部开关电路的开启、关闭时间，范围在数十千赫兹至1MHz以上，实际工作频率由R_{ON}和V_O决定，计算公式是：$f_{sw}=10^{10}V_O/1.34R_{ON}$，符号含义见图2。LM3404可以输出高达1.2A

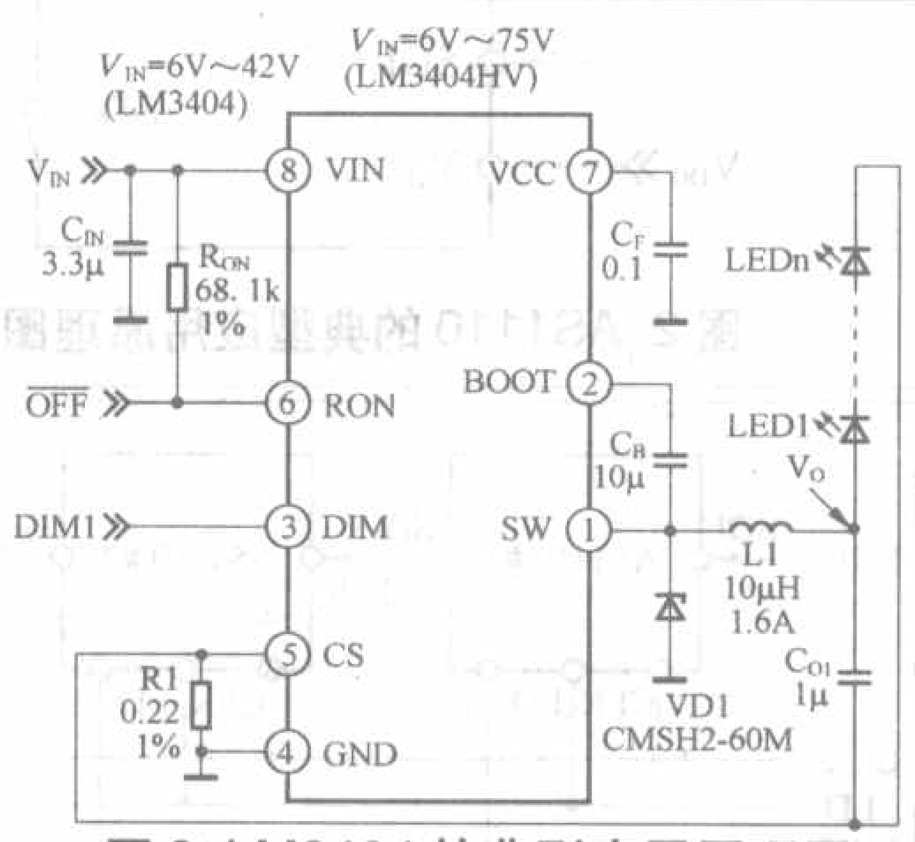


图2 LM3404的典型应用原理图

表1 LM3404的极限技术参数（T_A= +25℃）

项　目	LM3404	LM3404HV
V_{IN} 对 GND	−0.3V~45V	−0.3V~76V
BOOT 对 GND	−0.3V~59V	−0.3V~90V
SW 对 GND	−1.5V~45V	−1.5V~76V
BOOT 对 V_{CC}	−0.3V~45V	−0.3V~76V
BOOT 对 SW	−0.3V~14V	−0.3V~14V
V_{CC} 对 GND	−0.3V~14V	−0.3V~14V
DIM 对 GND	−0.3V~7V	−0.3V~7V
CS 对 GND	−0.3V~7V	−0.3V~7V
RON 对 GND	−0.3V~7V	−0.3V~7V
Junction Temperature	150° C	150° C

表2 LM3404的主要工作技术参数（V_{IN}=24V，T_A=+25℃）

符号	单位	参数说明	典型值
V_{IN}	V	直流电压输入范围	6~42
			6~75
t_{ON}	μs	启动时间	2.75
			0.675
			0.415
$t_{OFF-MIN}$	ns	最小关断时间	270
V_{CC-REG}	V	VCC端电压	7
V_{CC-LIM}	mA	VCC端限制电流	16
$V_{REF-REG}$	mV	CS端有效反馈电压	200
V_{REF-0V}	mV	CS端过压保护电压	300
I_{LIM}	mA	最大输出电流	1500
V_{IH}	V	DIM端高电平	≥2.2
V_{IL}	V	DIM端低电平	≤0.8
R_{DS-ON}	Ω	BUCK开关导通电阻	≤0.75
T_{SD}	℃	过热关断温度	165

的驱动电流，能够为 3W～5W 的发光二极管组件提供700mA～1A 的驱动电流，效率高达 95%，通过DIM端子利用PWM（脉冲宽度调制)信号调节LED的亮度，LED损坏、断路时能够对电路进行可靠保护。LM3404具备逐周期限流保护能力，电流检测所需要的反馈电压只需要0.2V左右，从而能够降低IC的功耗，而自举电路（见图2，C_B为自举电容）可以提高系统在轻载状态下的效率。

LM3404采用小型8引脚的SO-8和PSOP-8封装，二者的区别是后者底部带有散热焊盘。LM3404的实物外形、引脚排列与外形尺寸参见图1，主要技术参数见表2，典型应用电路见图2，电子数据手册可以从www.national.com/ds.cgi/LM/LM3404.pdf 下载。

AS1110：具有诊断功能的16通道LED驱动器

AS1110是奥地利微电子公司推出的高速串行接口LED恒流驱动器，主要针对各种LED显示屏应用，以简单开关或者矩阵控制方式进行信息的静态或滚动显示，例如电梯、公共扶梯等场所的动、静态信息显示屏以及各种警示提醒标牌，户外大型公共场所的大型高亮度显示屏，以及电子零售标签、仪器仪表显示屏、电子白板、闪烁警示和交通指示等。

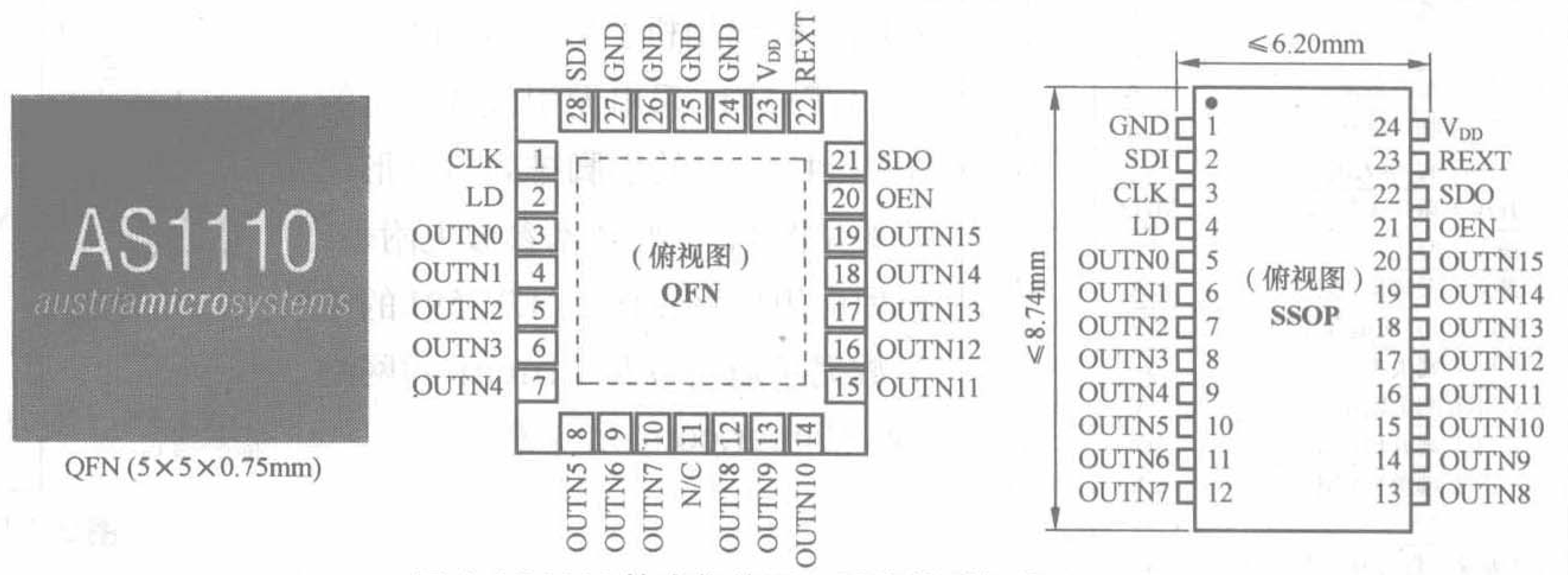


图1 AS1110的实物外形、引脚排列与外形尺寸图

AS1110可以视作AS1109的升级版本，LED恒流驱动通道由8路扩充到16路，采用级联复用方式可以扩展到64路（4片级联），所有通道的电流都可以通过一个外置电阻在0.5mA～100mA之间调节，通道间的电流误差可以控制在±3%以内。AS1110的另一个特点是具备两种LED故障检测模式：实时（无需停机）检测模式和闪烁（瞬时停机）检测模式，配合相应的软件可以直观的显示LED的短、断路和温度情况，从错误报告文档中也可以找到故障LED的具体位置。

AS1110采用 24 引脚的 SSOP和小型28端子的无引线QFN封装，适用于－40℃～＋85℃的工作环境。AS1110的实物外形、引脚排列与外形尺寸见图1，主要技术参数见附表，典型应用电路见图2，级联应用见图3。其电子数据手册可以从 www.austriamicrosystems.com/ 下载。

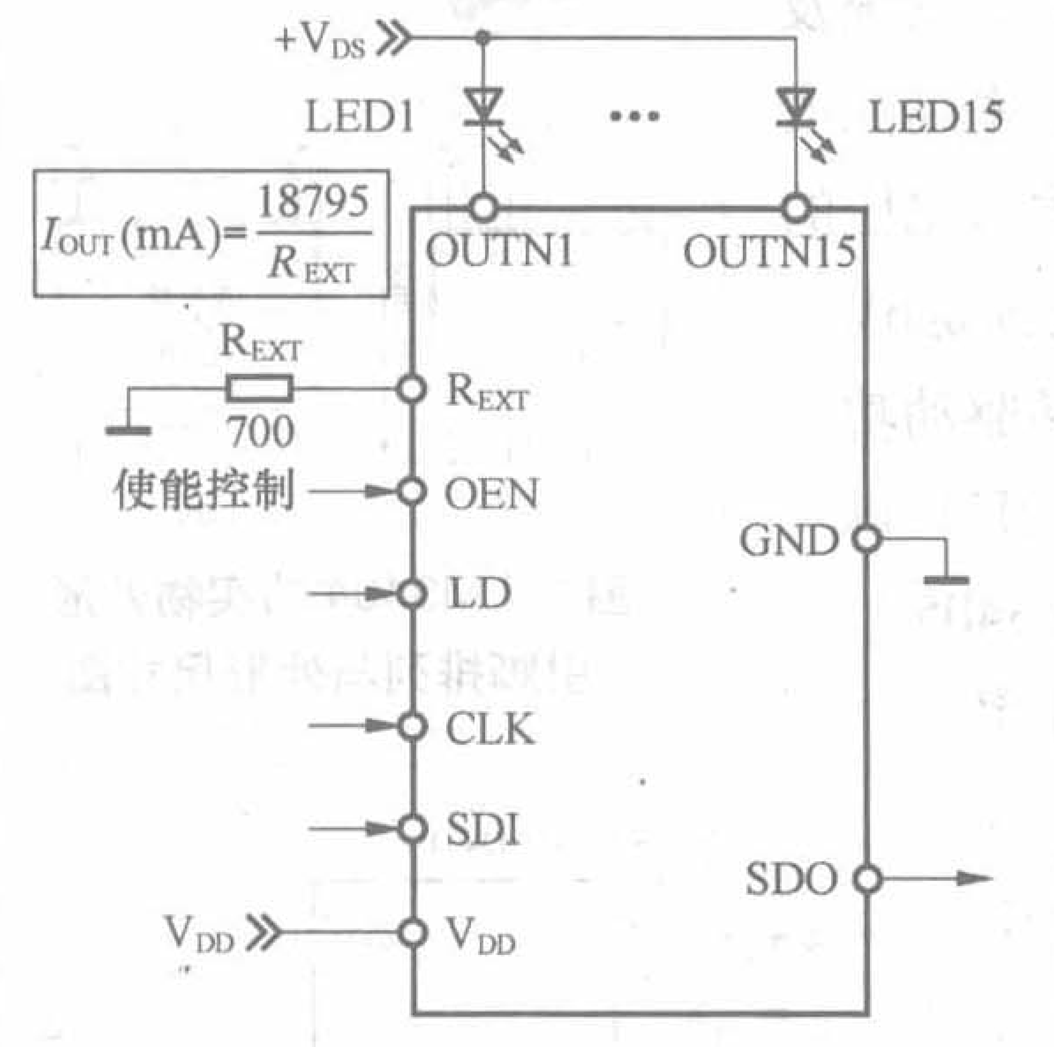


图2 AS1110的典型应用原理图

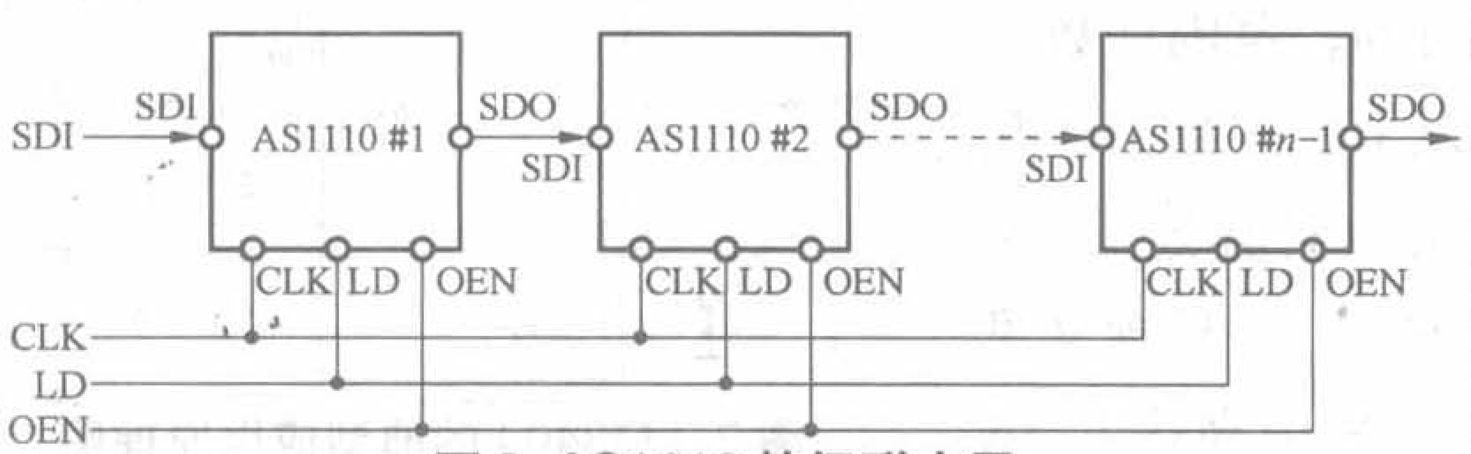


图3 AS1110的级联应用

附表 AS1110的主要技术参数（V_{DD}=3.0V～5.5V，T_A=-40°C～85°C）

符号	单位	参数说明	典型值
V_{DD}	V	工作电压	3.0～5.5
V_{DS}	V	输出电压	3.0～15
I_{OUT}	mA	输出电流	0.5～100
I_{SDO}	mA	SDO端输出电流	≤＋1.0
			≤－1.0
ΔI_{AV}	%	通道电流偏差	≤±3
%/ ΔV_{DS}	%/V	输出电流相对输出电压的变化率	±0.1
%/ ΔV_{DS}	%/V	输出电流相对工作电压的变化率	±1
$R_{IN(UP)}$	kΩ	上拉电阻	500
$R_{IN(DOWN)}$	kΩ	下拉电阻	500
I_{DD}	mA	V_{DD}端的消耗电流	2.7
			4.3
			9.3
			6.2
			19.5
f_{CLK}	MHz	最高时钟频率	50

浅谈白光LED的应用

文/屈朋伟

LED技术在最近几年发展迅速，性价比不断提高，加上能源短缺问题的日益突出，白光LED以其高效、环保的优点正在逐步取代传统光源。本文初浅介绍有关白光LED的相关知识，供读者在使用白光LED时参考。

白光LED简介

通常白光LED生产技术主要分为单晶型和多晶型两种。单晶型又分为蓝色LED+发黄光的荧光粉和紫外光LED+发红、蓝、绿光的荧光粉两种发光方式，前者是利用发黄光系列的忆铝石榴石荧光粉收到蓝色LED照射后发出黄光，经与未被吸收的蓝光混合后，产生被肉眼视为白色的光；后者是利用紫外光或近紫外光激发RGB三色荧光粉，生成RGB三元色的光混合产生白光。多晶型由红色、蓝色、绿色三颗LED所发出的光混合成白光或由蓝绿色、琥珀色LED的互补色关系产生互补色白光。

现在市场上广泛使用的白光LED基本上是以单晶型为主，它的驱动电路简单，造价低，实际寿命可达数万小时。白光LED的光效已由1998年的5流明/W提高到近年来的30～50流明/W，仅次于荧光灯。目前市场上常见的四个插脚设计的食人鱼LED（见图1）相对两个插脚的传统LED来说具有抗震性好、热阻低的优势，因而被广泛采用。

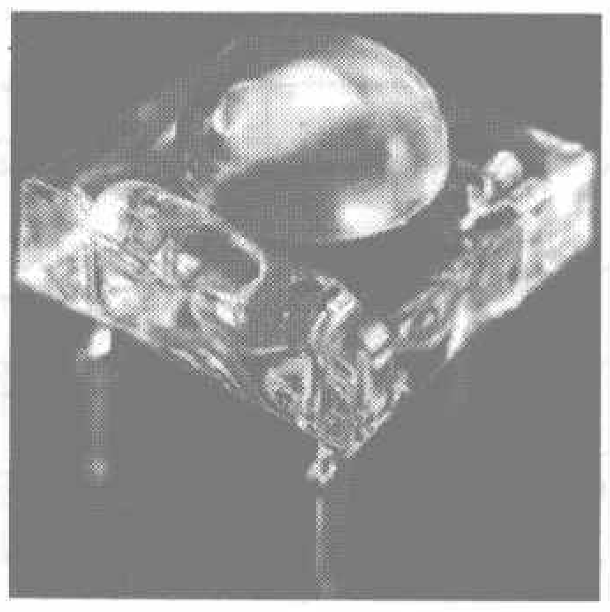


图1

白光LED驱动电路

由于白光LED本身对正向电压(>3.6V)和正向电流(20mA左右)的苛刻要求，因此很需要一个能够给白光LED提供稳定输出电压或电流的驱动电路。目前，白色LED驱动电路按照负载连接方式分为并联型、串联型和串并混联型；从提供驱动源的类型可分为电压驱动型和电流驱动型。通常白光LED的驱动分类是结合上面两种分类，分为4种常用的电源驱动方式(见图2)：1.电压源加镇流电阻，2.电流源加镇流电阻，3.多路电流源，4.磁升压方式驱动串联LED。

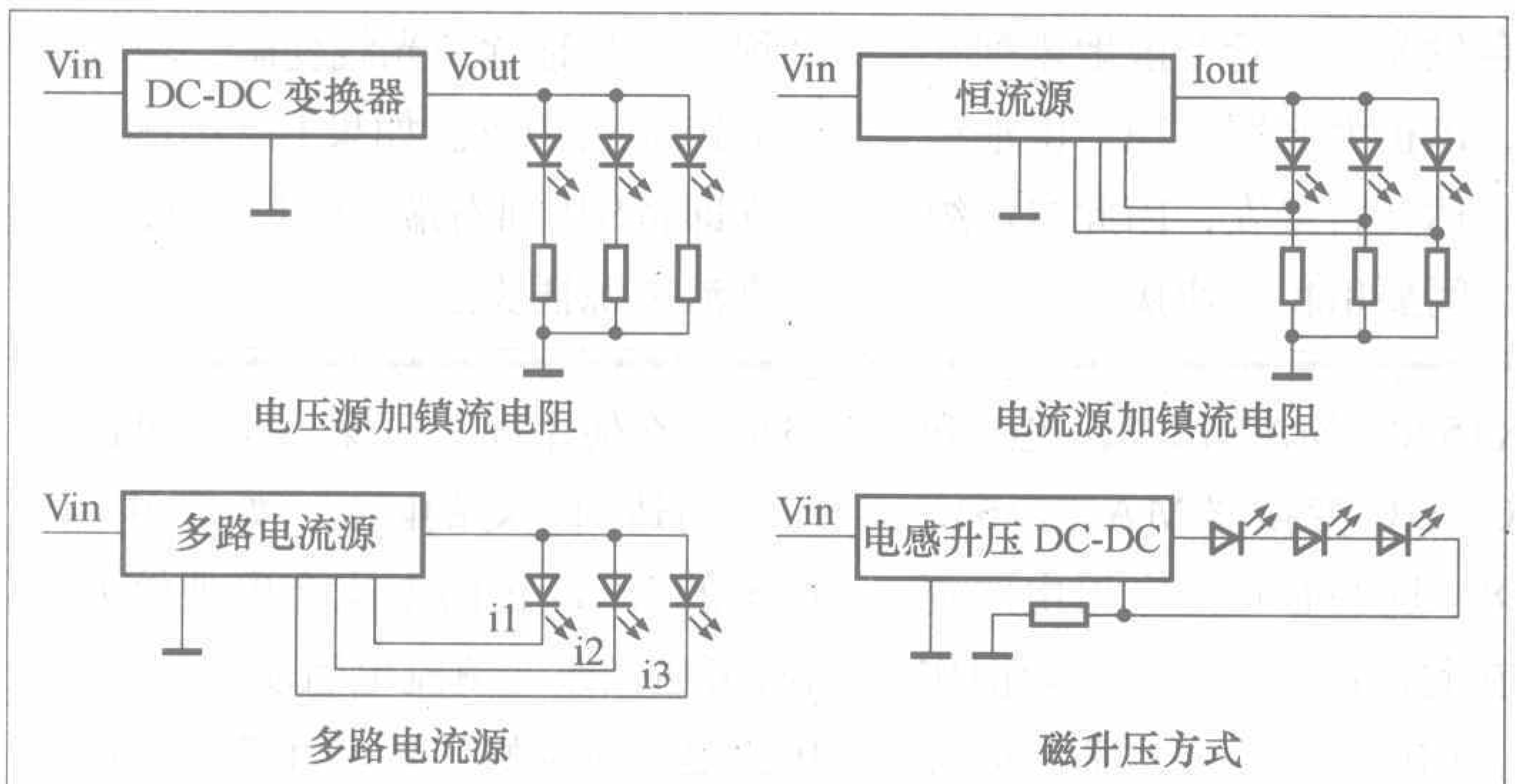


图2

前3种并联方式一般采用开关电容式升压电荷泵作为驱动器，因此具有低EMI辐射、低噪声、低成本、体积小的优点，但是LED需要多个连接端引出且LED的离散性对亮度影响较大，而磁升压式驱动器的优、缺点正好与之相反。具体来说，第1种驱动类型的优点是选择电压源的余地很大，提供一定电压给白光LED而不需要考虑其正向电压，然而为了在输入电压变化的情况下得到稳定的输出电压，造成了此方式的输入电压越高，电源转换效率越低；第2种驱动类型中，LED有一个或多个线性电流校正电路，以保证流过LED电流的匹配和稳定，但LED之间的正向电压各不相同，因此电流的匹配精度非常有限；第3种驱动类型性能指标最高，且进一步减小了应用电路的有效体积，唯一的不足是驱动白光LED的数量由它的输出端口数目决定。由于白光LED串联后需要较高的驱动电压，而电荷泵的升压比及输出能力有限，因此串联方式基本都是采用第4种驱动类型，串联驱动的最大好处是流过每个LED的电流都一样，不存在亮度不匹配的问题，而且升压转换在其最大工作周期内可以有适当的升压比，可以提供一个足够大的电压驱动LED，这种方式驱动LED可以得到很高的电

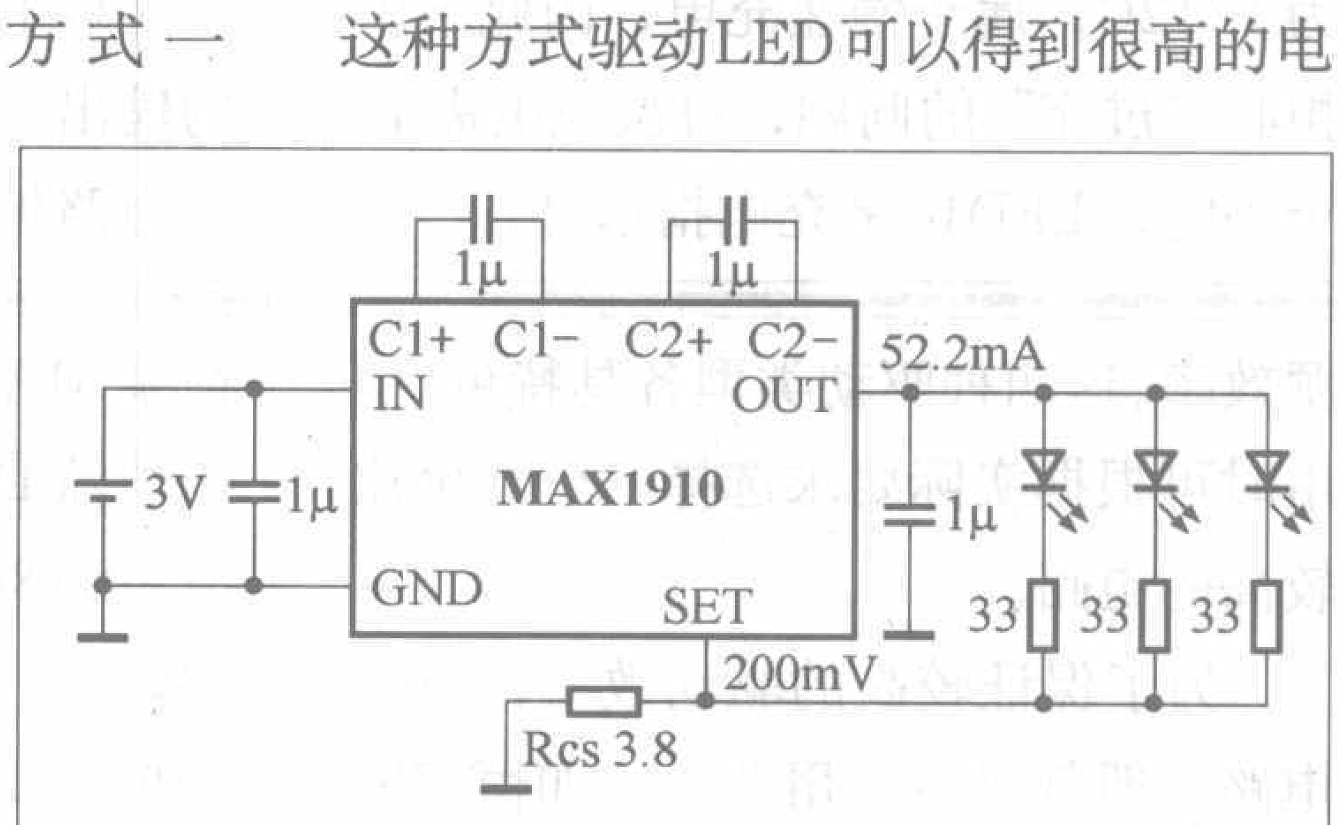


图3

小型便携式1W LED应急台灯

文/屈朋伟 李 辉

笔者利用白色发光二极管自制了一款LED应急台灯，该灯具有体积小巧、电路简单、发光强度大等优点，其亮度接近于11W荧光台灯，当使用4节充满电的1.8Ah镍氢电池供电时，可连续工作3小时。

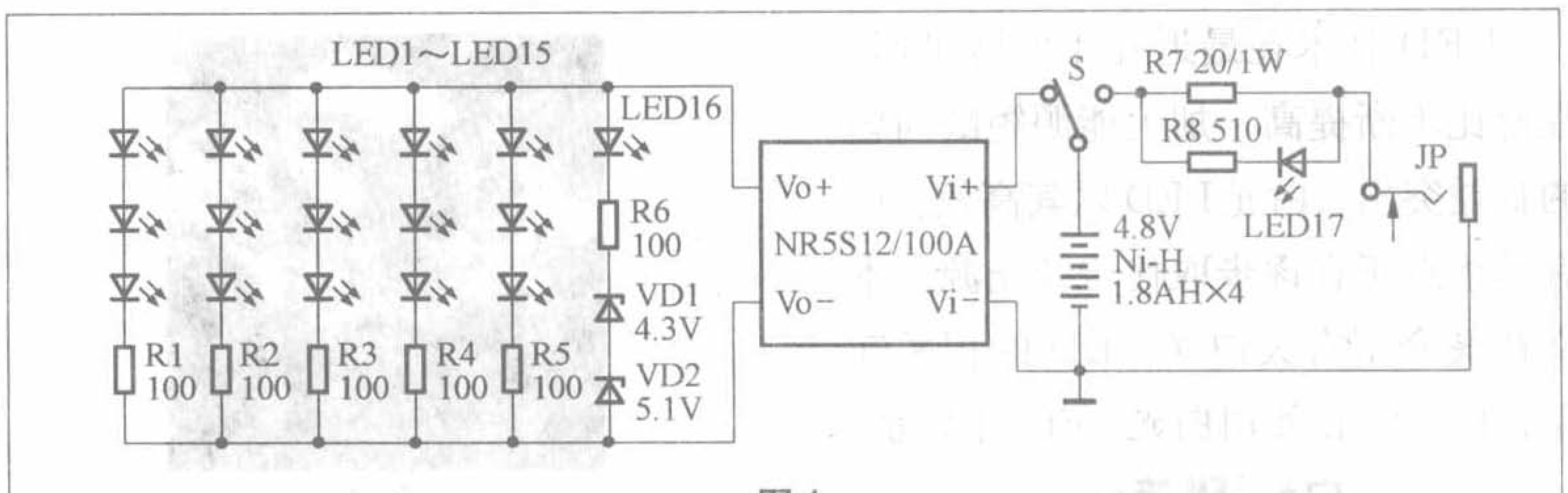


图1

1.工作原理

电路如图1所示，当开关S拨到左端时，4.8V直流电压经DC/DC升压模块NR5S12/100A后输出稳定的12V（实测11.8V）直流电压，再经过R1~R5限流后为LED1~LED15供电，每个LED通过20mA的电流。LED16用于指示电池组的放电情况，镍氢电池的放电终止电压为1V，如果镍氢电池电压低于放电终止电压后继续放电，电池内部极板上的生成物在正常充电时就不易恢复，从而影响电池的寿命。当电池组两端电压不小于4.1V时，DC/DC升压模块输出电压不小于10.9V，稳压二极管VD1、VD2被击穿，LED16被点亮，证明电池组不需要充电；反之，当电池组两端电压低于4.1V时，LED16熄灭，需要对电池组进行充电。

当S拨到右端时，照明电路停止工作，如果此时往JP插入9V的直流电源将会对电池组进行充电，充电速率为1/12C，属于慢速充电，因此不用担心"过充"的问题，每次充电需12个小时，LED17是充电指示灯。

2.元器件选择

LED1~LED15采用方形ϕ5的白色发光二极管，方形较圆形有光衰小、寿命长、安装方便等优点。VD1、VD2采用0.25W稳压二极管。LED16、LED17采用普通红色发光二极管。DC/DC升压模块NR5S12/100A输入电压5V，输出电压12V，最大输出电流100mA，也可选用其他型号，但输出电压必须稳定性好，输出电流不小于100mA。S采用单刀双掷开关。电池组由4节容量为1.8Ah的镍氢电池串联而成，也可采用不同容量的镍氢、镍镉电池，只是对照明持续时间的长短有影响。JP采用小型圆孔插座。充电变压器可以采用市售的9V/5W直流电源或复读机电源。

3.制作与使用

整个电路可以安装在万能板上，将15个白色发光二极管分散地排列在万能板上，以扩大光照面积。电池组的输出电流达几百毫安，因此电池组与电路板之间要用粗线连接。

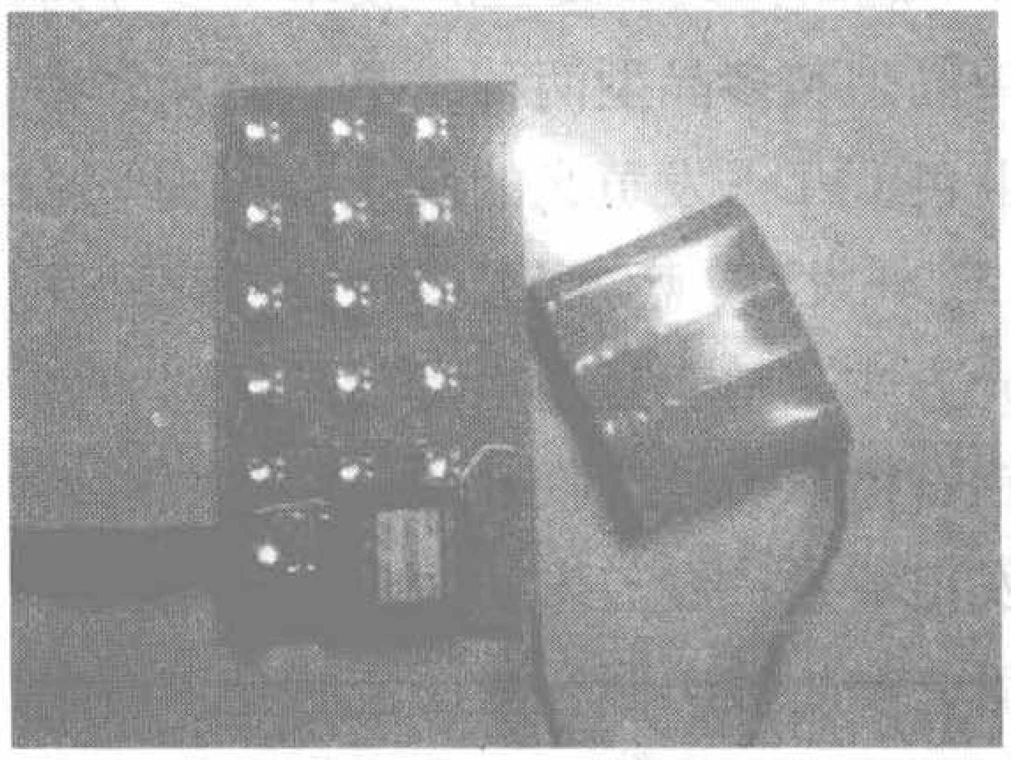


图2 应急灯充电中

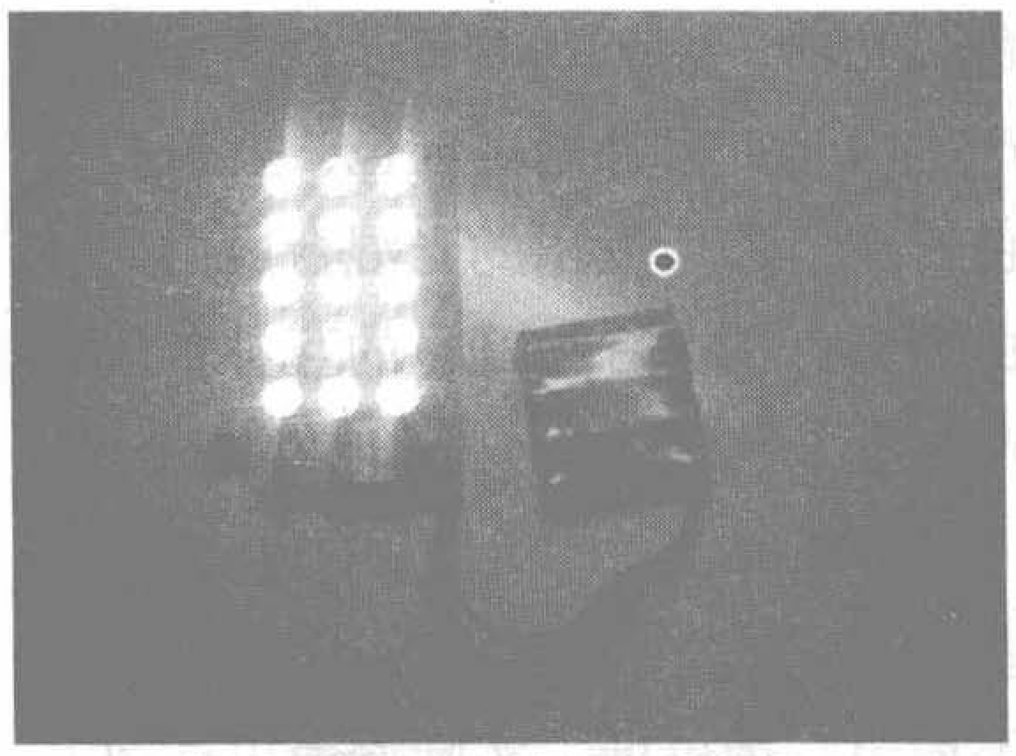


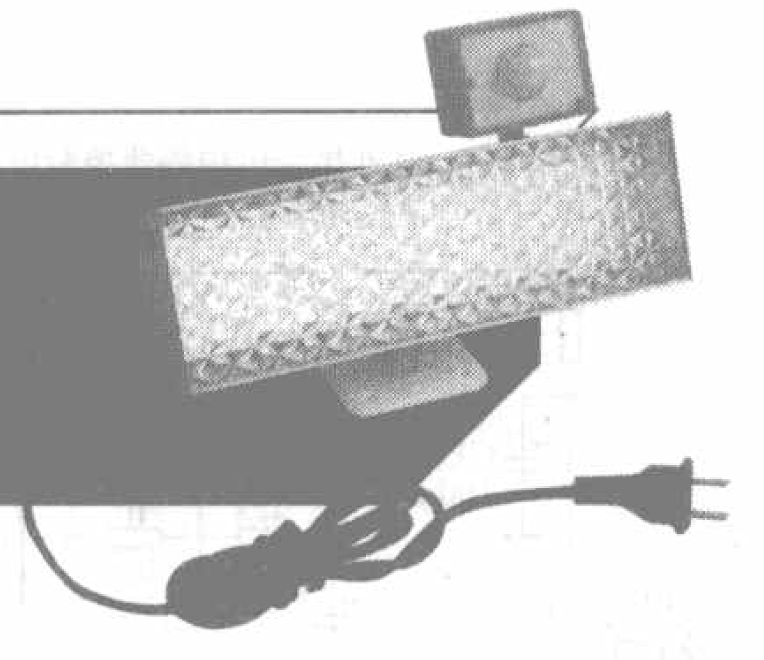
图3 使用中的LED应急灯

使用时将S拨到左端，所有白色发光二极管便发出耀眼的白光。在使用过程中，若感觉到光线变暗，应观察LED16是否熄灭。如果LED16熄灭，应立即将S拨到右端，停止使用，并插入直流电源插头进行充电。

源效率。这四种驱动类型各具特色，使用时可根据实际要求选择一个性价比较高的电路。

为了保证较高的驱动效率，驱动电路一般都采用专用芯片，如恒流输出电荷泵MAX1910，多路恒流输出电荷泵MAX1570、MAX1573，电感升压恒流DC-DC变换器MAX1561、MAX1848。这些芯片的实用电路资料较多，在此仅以MAX1910为例作简单说明。如图3所示，电荷泵向外提供52.2mA的稳定电流，故这种电路可以在使用同一厂家、同一批次的LED时达到较好的匹配，如使用不同厂家的LED正向电流会出现较大差异，可适当改变镇流电阻使其匹配。该电路是一种兼顾了性能和简化电路的好方法。

人体红外线控制LED镜灯



文/孙志甫

人体红外线控制LED镜灯采用人体红外线“热释电”探测器，利用探测到的人体移动红外线信号的有和无，来控制新型光源——超高亮度LED灯。该灯同时具有光控作用：环境亮度较强时（如白天），该灯的控制电路被“封锁”，不允许触发，进入“休眠”状态，即使有人靠近该灯也不会被点亮；环境亮度较弱时（如晚上），该灯的控制电路“封锁”被解除，进入允许触发的“待机”状态，此时如有人体移动到该灯红外探测器的作用范围内（2m～3m），该灯就立即被点亮，延时一段时间后自动熄灭。

该灯的色温（白度）比一般荧光灯高，光色柔和，功耗低，灯板上使用超高亮白光LED阵列，点亮时耗电仅5W～6W，其实际亮度可与12W荧光灯媲美。该灯可用于家庭的卫生间、厨房、过道等需要自动照明的地方。

一、工作原理

根据探测原理，该灯属于被动式红外线传感技术，它应用红外热释电效应将人体移动所发出的极微量红外线转换成相应的电信号，进行放大处理后，对LED镜灯进行自动开关控制。

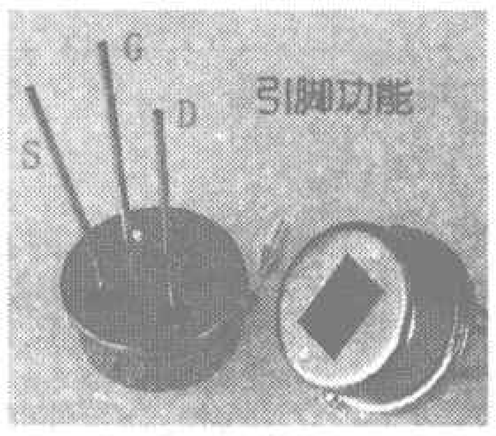


图2

红外“热释头”（即传感器，见图2）顶部有一块方形的干涉滤光片，用以滤除包括太阳光、电灯等其他热源的近红外辐射光（即小于7.5μm和大于14μm波长的红外杂光），只让人体所特有的7μm～14μm波长的红外光谱透过方形滤光片顺利进入红外热释电传感器，而且在传感器的前端还配有一个半球形的菲涅尔透镜（见图3），将收集到的红外线最大限度地聚焦于管子顶部的方形滤光片上，使接收距离大幅提高。

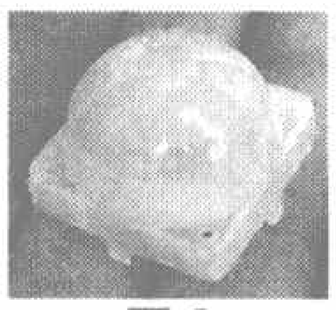


图3

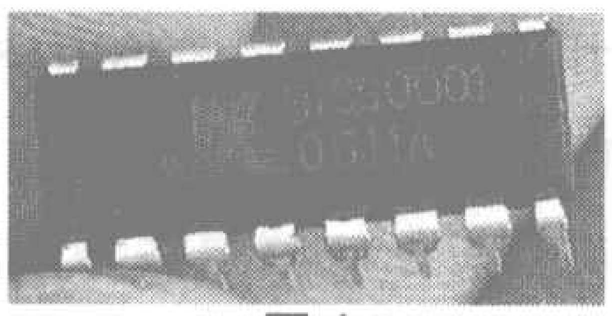


图4

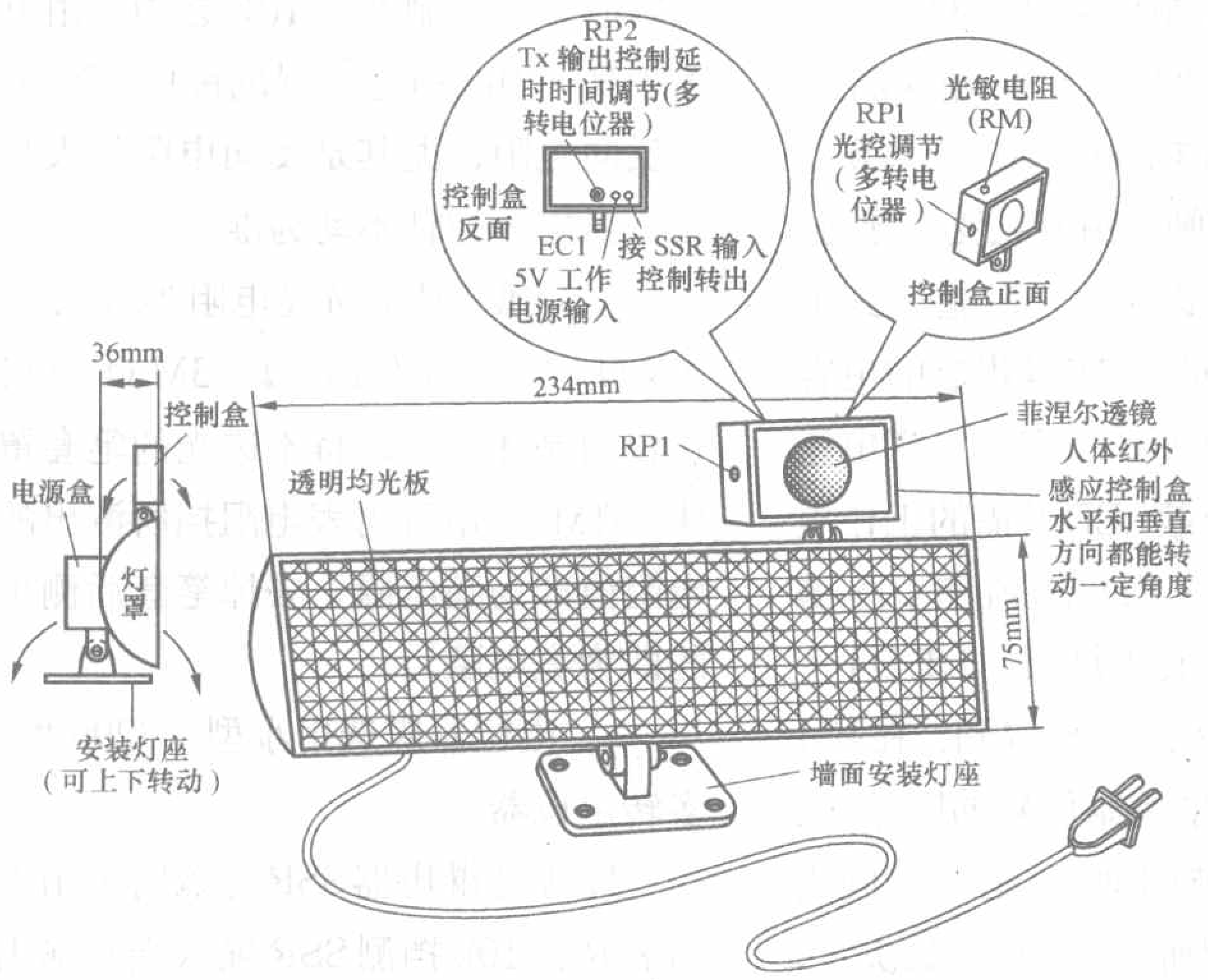
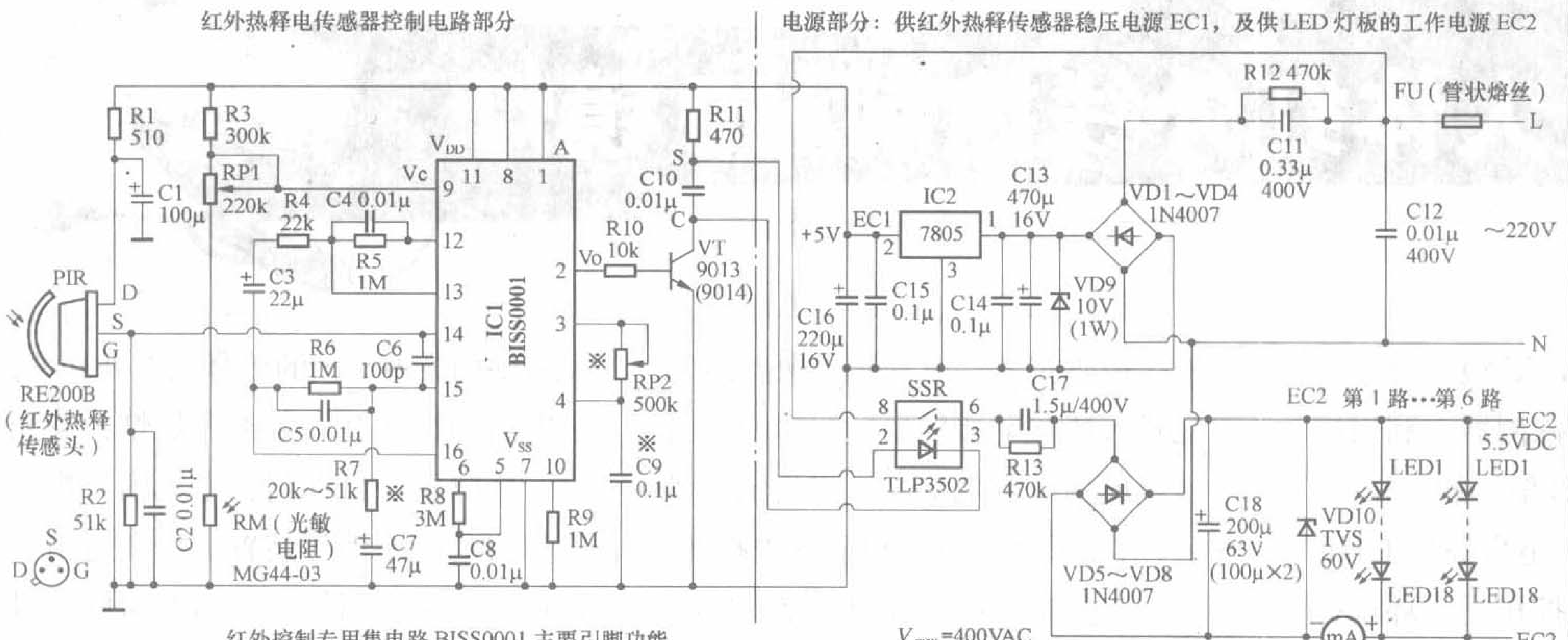


图1 人体红外控制LED镜灯结构图

控制电路选用功耗极低的BISS0001专用集成电路（见图4），一款具有较高性能的传感信号处理集成电路，它配以热释电红外传感器和少量外接元器件构成被动式的热释电红外开关。它能自动快速开启各类白炽灯、荧光灯、蜂鸣器、自动门、电风扇、烘干机和自动洗手池等装置，特别适用于企业、宾馆、商场、库房及家庭的过道、走廊等敏感区域，或用于安全区域的自动灯光、照明和报警系统。该电路零件少，节省安装空间，稳定可靠。为避免控制电路工作电源和LED灯板电源间的相互牵制和影响，分别独立设计了两组电源：一组为EC1（专供控制电路），另一组为EC2（专供LED灯板电路），具体电路参见图5。

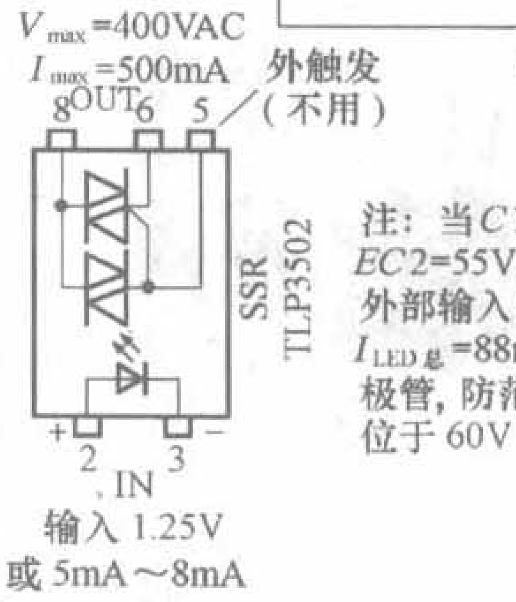
图5中，以虚线为界，左边是红外热释电控制电路，右边是该灯具的电源部分EC1、EC2及负载LED灯板电路。该灯板中每18只LED串联成一路，共6路并联，使用了108只超高亮度白光LED。跨接在“L、N”两端的C12是抗干扰抑制电容，防止家电小型电机（如洗衣机之类）对灯具控制电路可能产生的干扰。

在图5中L、N输入端接通220V交流电源后，经C11限流、VD1～VD4桥式整流，C13、C14滤波和VD9“预稳压”，获得10V左右直流电压加到三端稳压器7805的输入端，稳压后输出的5V直流电压再经过C15、C16滤波后作为EC1供给红外热释电控制电路。在正常情况下，该灯在刚接通交流220V电源瞬间，因控制电路IC1（BISS0001）的第2脚输出高电平，驱动晶体管VT（9013）导通，于是就有工作电压（电流）供给固态继电器TLP3502的输入端（2、3），使输出端（6、8）导通，此时因有220V交流输入电压，故EC2就有直流输出供给负



红外控制专用集电路 BISS0001 主要引脚功能

引脚符号	符号	功能说明
1	A	当“1”脚A=“1”（高电平）时允许重复触发；当A=“0”（低电平）时不可以重复触发
2	Vo	输出控制信号输出端，平时为低电平
3、4	RP2、C9	输出延迟时间 T_X 调节端；$T_X=49152 \cdot RP2 \cdot C9$ 单位：s（秒）
5、6	R8、C8	触发封锁时间 T_i 调节端；$T_i=24 \cdot R8 \cdot C8$
7、11	V_{SS}、V_{DD}	电源负端和电源正端；V_{DD}=3V～5V
9	Vc	触发禁止端，当第9脚 $V_C>0.2V_{DD}$ 时允许触发，当 $V_C>0.2V_{DD}$ 时禁止触发



注：当 $C17$=1.5μ，外部输入为～229V时实测 $EC2$=55V，$I_{LED总}$=80mA；当 $C17$=1.68μ，外部输入电压为～231V时，实测 $EC2$=55.2V，$I_{LED总}$=88mA；VD10为TVS瞬变电压抑制二极管，防范外部输入电源异常升高时将EC2钳位于60V

图5 电路原理图

载将LED灯板点亮一段时间，等所设定的延时时间一到，IC1第2脚立即变为低电平，通过后级电路的“连锁反应”，LED灯板即会失电而自动熄灭。

由于光控作用，白天RM受环境自然光线照射，电阻较小，它与R3、RP1所构成的分压电路在IC1第9脚只分得很少电压，即9脚电位比较低，当9脚电位低于1/5V_{DD}（即<1V）时，IC1内部的控制电路被封锁（注：9脚电位可通过RP1来设定），此时，即使在红外探头“PIR”作用距离内有人体移动，红外信号也无效，即由“PIR”的S端输出加到IC1第14脚的人体红外光电信号被拒绝接收，于是IC1的输出端2脚便无控制信号输出（呈低电平“0”状态），三极管9013截止，此时SSR输入端2、3脚因无工作电流，其输出端6、8脚也截止，电源EC2因无交流220V输入故输出为0，LED灯不亮，这就是“封锁”阶段。晚上，环境光线很暗，因RM失去光照，阻值变得很大（在1MΩ～2MΩ之间），它与R3、RP1所组成的新的分压关系使IC1第9脚获得较高电位（>1/5V_{DD}，即>1V）时，封锁状态即转变为允许触发状态。若此时在“PIR”作用范围内再有人体移动信号被接收，则“PIR”S端所输出的极微弱的红外光电信号就会从IC1第14脚输入，通过IC1内部的第一级高增益运放放大后由16脚输出，经外电路C3耦合到芯片内第二级运放再放大，经内部比较器、双向鉴幅器后检出有效触发信号去启动延时器（定时器），同时再由2脚输出高电平控制信号使三极管VT导通，由S、C两端向SSR输入端2、3脚提供驱动工作电流，则输出端6、8脚内部的双向晶闸管由截止变为导通，此时220V电压即从L、N输入到由C17、VD5～VD8、C18等组成的电容限流整流源，通过C17限流（将电流限止或镇流到负载LED所需的工作电流值），经VD5～VD8整流和C18滤波后供给负载LED灯板，LED1～LED108即被点亮。前已提到：在IC1第2脚输出高电平控制信号的同时，其内部定时器也被启动，（延时时间由IC1第3、4脚间所接$R \cdot C$参数决定，即延时时间$T_X=49152 \times RP2 \times C9$，等到延时结束，IC1输出端2脚由高电平1变为低电平0，三极管VT截止，SSR输入端2、3脚失电，SSR6、8脚截止断开，EC2无输出，LED灯熄灭，灯具又进入待机状态，等待下一次人体移动信号的到来。跨接在灯板电源EC2输出端上的VD10为“TVS”瞬变电压抑止二极管，用以拦截可能出现的瞬时高电压，确保LED安全运行。

二、元件选择

该灯各元件参数已在图2中标明，下面仅对四种元件的选购加以说明：

1. 发光二极管要选用超高亮（白光）LED，工作电压为3.0V～3.2V，工作电流18mA～20mA，亮度≥1000mcd，光发散角≥120°（更适合照明）。在统一工作电压（即固定测试电压值，如3VDC）情况下，各管电流误差应尽量控制在±10%之内。用万用表R×10k挡逐一测试每只LED的正反向电阻，尤其是反向电阻越大越好，以电表指针不动为准。

2. 光敏电阻RM亮电阻为2kΩ～20kΩ，暗电阻为1MΩ～3MΩ。（可在较明亮环境下，将不透光的笔套罩住“RM”，用万用表电阻挡所测出的电阻值即为暗电阻，去掉笔套后测出的即为亮电阻）。

3. 电位器应选用小型（3296型）多转电位器。

4. 固态继电器SSR选购时可用万用表R×10k挡测SSR输入端和输出端电阻，尤其是测输出端6、8脚的正

反向电阻时电表指针一定要一点不动，否则即为坏管。

三、制作成本（按上海电子市场零售价）

LED：0.4～0.5元／只，0.5元／只×108只=54元；BISS0001：3～3.5元／只；RE200B：3元／只；小型多转电位器：（约20转）3296型，0.3～0.5元／只；光敏电阻：0.6～0.8元／只；其他：15元，上述总体成本：75～80元。

四、电路的组装调试

图6是该灯具红外热释电控制电路的印板图，图7是电源EC1、EC2的印制电路，图8是LED灯板印制电路。

1．焊接：

（1）按图6焊接好人体红外热释电控制电路印制板上的所有元件，红外热释头PIR（RE200B）应焊接在印制板带铜箔一面，以方便今后调试及使用，RP1和RP2在焊到印制板上应确保顺时针方向转动电阻增大，反时针方向转动电阻减小（可事先用万用表测量判断）。

（2）按图7焊接好灯具电源电路印制板上的元件。

（3）按图8焊接好LED灯板，为增强反光效果。焊接前须在该印制板正面（非铜箔面）粘接一层和该印制板相同尺寸的"镜面贴"（装璜店有卖，很便宜），这种看上去像反光极好的"金属皮"其实在电气上是绝缘的，故LED的管脚间是不会被短路的，然后垫好平整的木板，可用ϕ1mm钻头钻LED管脚孔，完成后再在铜箔面上好锡即可进行焊接工作（注：LED引脚不要修剪得太短，统一按6mm～8mm长度落料）。此外需要注意的是：因LED数量较多，焊接时请先仔细看清管芯的形状特征，极性不要焊错。

2．分调与检测

因该灯的电源是直取市电的电容限流整流电源，无变压器隔离，通电调试时必须小心，手不要碰触到印制板铜箔面及元件的引脚，检查时切记拔除电源插头，以免触电危险。

本文重点介绍红外热释电控制电路的调试。

（1）用一只普通红色发光二极管（2V、10mA）临时焊接到图7所示的S、C的两端（S接LED阳极、C接阴极），以此来模拟固态继电器SSR的工作状态：如LED被点亮，表示SSR导通，能控制点亮后级负载LED灯板；LED熄灭，则表示"SSR"截止，能切断LED灯板电源，这样可简单地通过LED的亮和暗来判断出该红外热释电控制电路的功能是否正常。为了调试方便，缩短调试时间，最好事先将输出延时控制时间T_X值调得小一些（半分钟～1分钟），可将多转电位器RP2朝电阻减小的方向转8～10圈。

（2）将该控制电路板竖直放置在离地面1m左右高度的桌面上。插好电源插头，接通开关。在首次通电瞬间，不论有无人体移动信号，因IC1第2脚都会输出高电平（经过一段延时时间T_X后自动变为低电平），故驱动了三极管9013导通，接在S、C两端的LED即被点亮（此时记下点亮时间），等延时结束2脚恢复为低电平，三极管截止，LED自动熄灭（再记录下熄灭时间），用熄灭时间减去点亮时间即为延时时间T_X值。

（3）检验控制电路白天的"封锁"

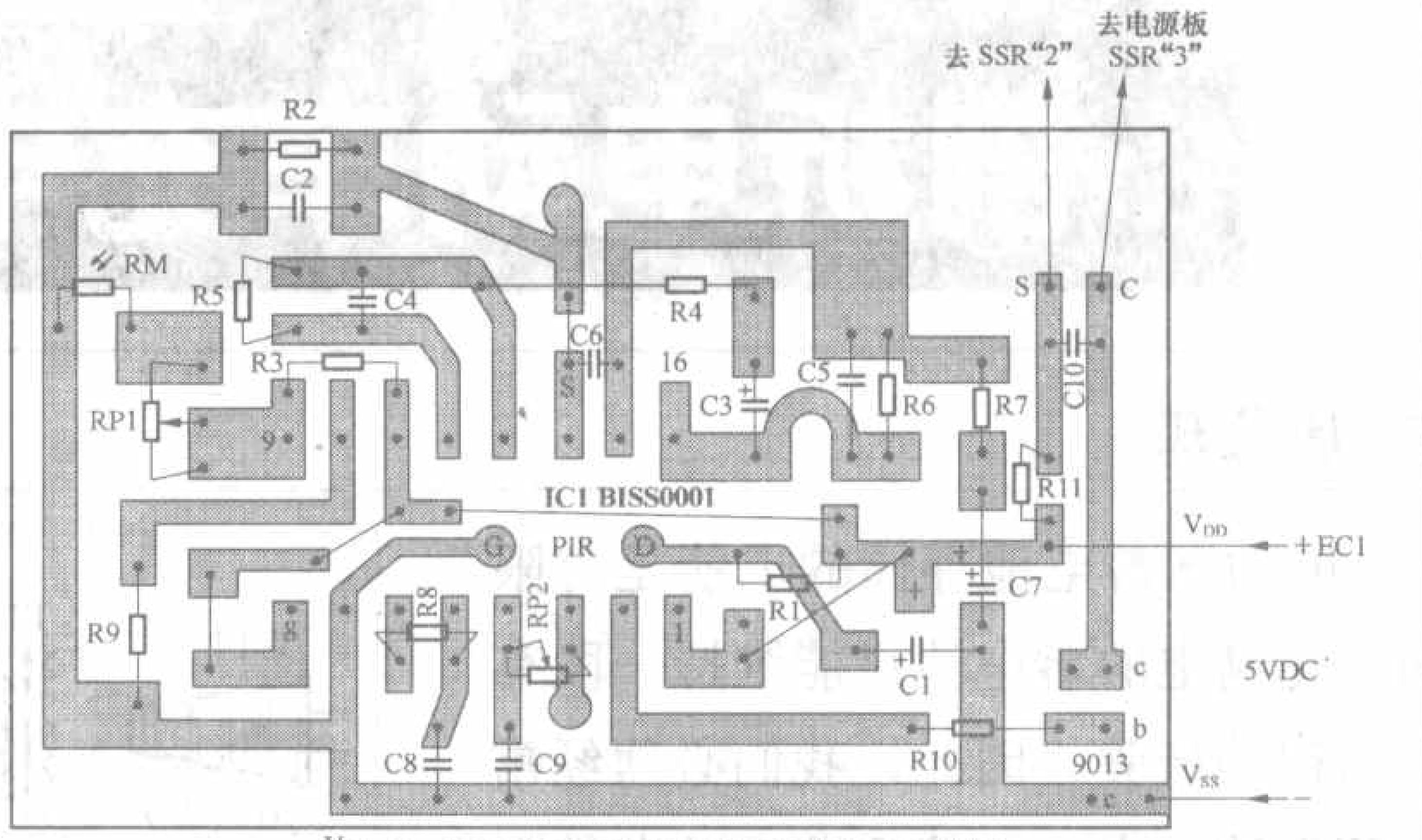


图6 红外感应控制电路印制板

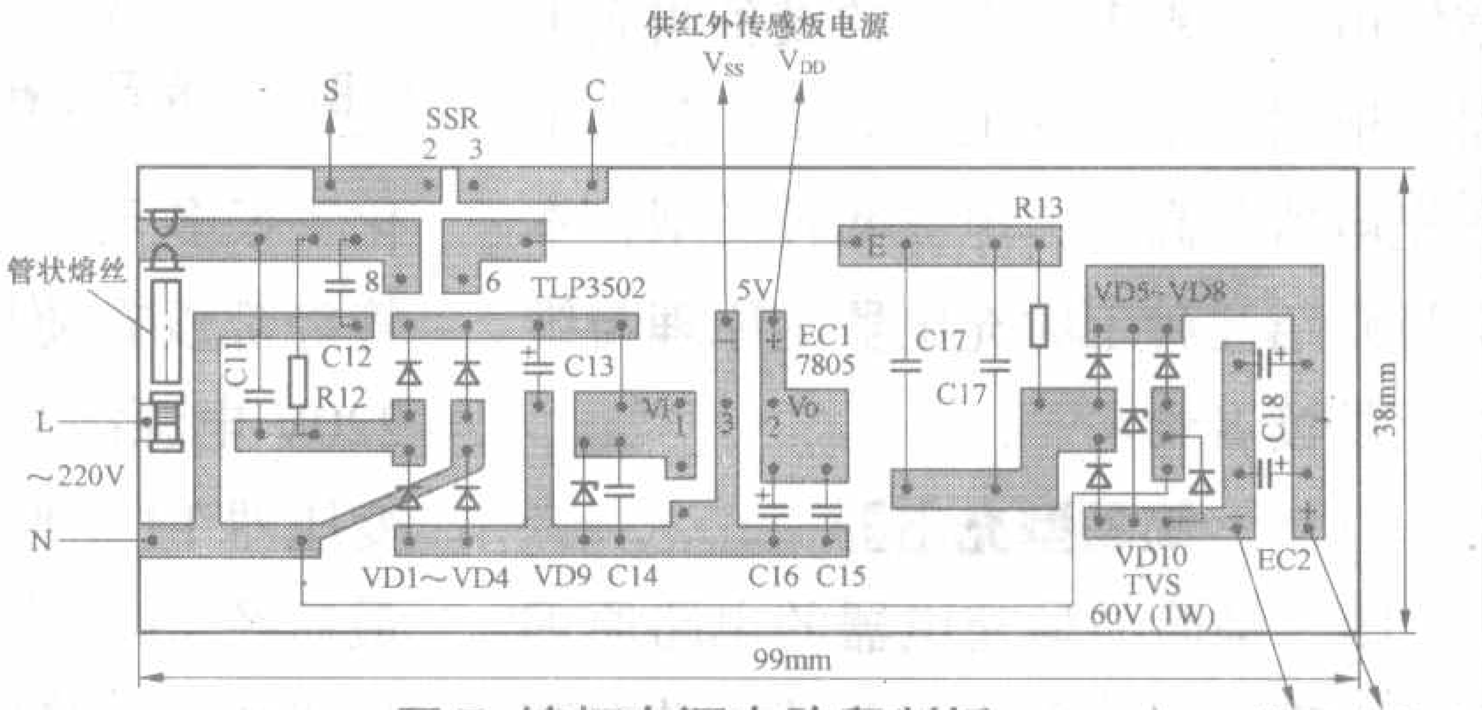


图7 镜灯电源电路印制板

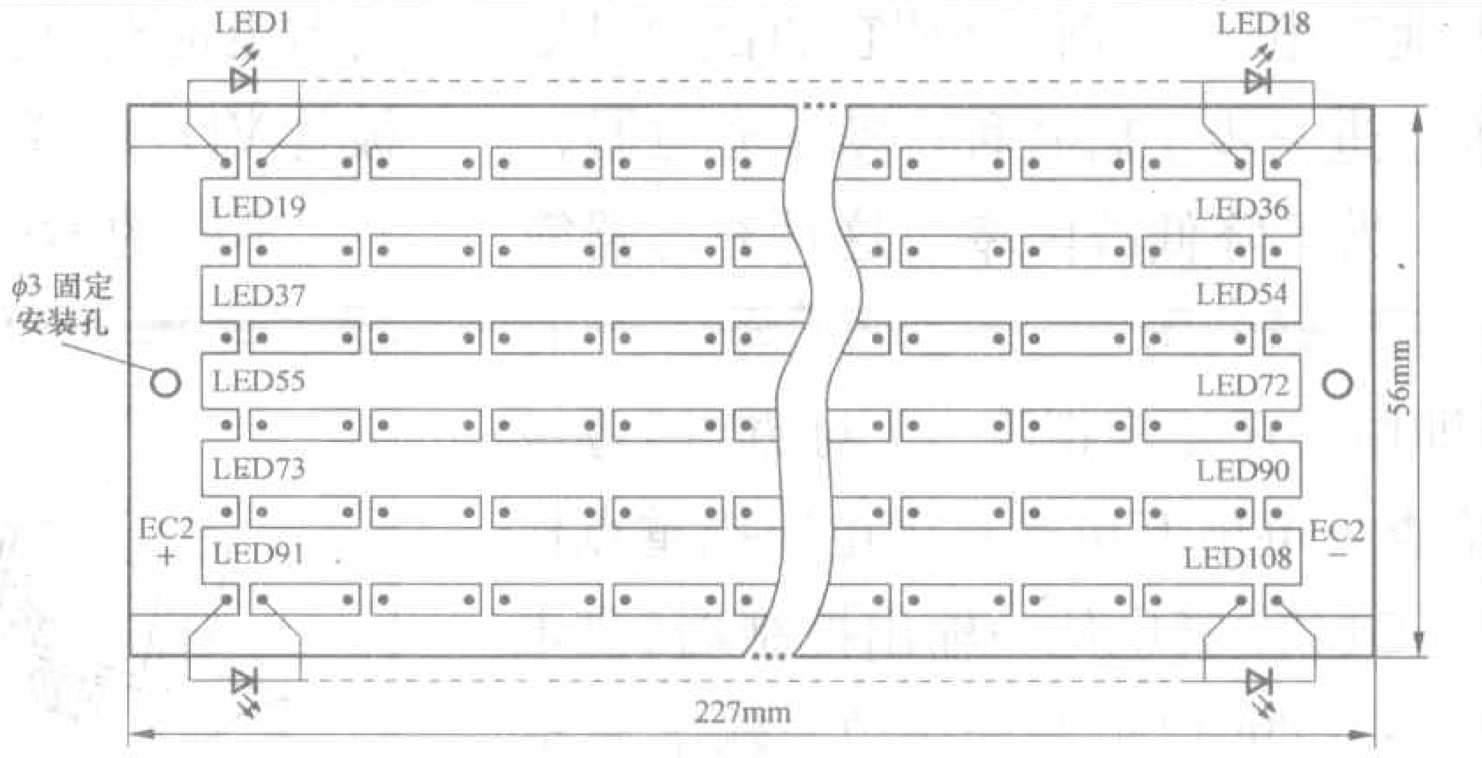


图8 LED灯板印制电路

功能。方法是：用万用表直流电压挡测IC的9脚电位是否小于$1/5V_{DD}$（即是否<1V），可调节RP1将9脚电位调整到低于1V。此时，人体移动到红外热释头"PIR"探测范围，由于控制电路被封锁，故接在S、C间的模拟该灯工作状态的LED也不会被点亮，说明白天控制电路被封锁的功能正常。在确认无误后，继续检测控制电路晚上封锁被解除及延时器的功能是否正常。可用一只不透光的塑料笔套去罩住光敏电阻"RM"（模拟晚上暗环境）来调试。在确认已达到预期理想效果后即可切断220V电源，拆除焊在S、C两端的LED。本控制电路调试完成。

若有问题可根据红外热释电控制电路工作原理及目前所处的"工况"

剖析电动车充电器之工频充电器

文/唐奂知

电动车蓄电池存储的电能是有限的，充满电的蓄电池只能维持一段有限路程的行驶，因此，我们必须经常给蓄电池充电，才能保证电动车的正常使用。给蓄电池充电的设备叫充电器，根据充电器的工作频率，分为工频充电器和高频充电器两种类型，本文将介绍几种工频充电器的原理与维修，供读者参考。

简易型充电器

图1是简易型充电器的电路原理图，但现在已经很少用于给电动车蓄电池充电了，我们介绍它的目的只是为了进一步了解各种电动车充电器。

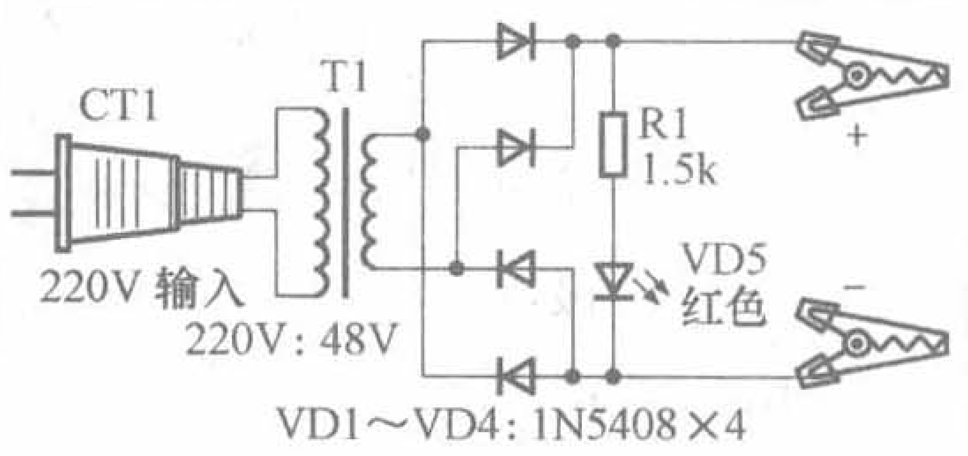


图1　简易型蓄电池充电器电路原理图

为了降低故障率，这种充电器简化了很多元件，输入端的开关、保险管等都没有使用。当插头CT1插入220V电源插座后，220V的交流电经变压器T1变换为合适的低压交流电，最后经4只二极管VD1～VD4组成的桥式整流电路整流，得到脉动直流电给蓄电池充电。电阻R1、红色发光二极管VD5组成简易的充电指示电路。

不同的蓄电池，变压器的输出电压也不同，否则就无法正常充电甚至损坏充电器或者蓄电池。通常，变压器次级额定输出交流电压约等于蓄电池额定电压的1.2倍，充电比较理想。

由于变压器具有一定的抗过载能力，加之变压器有一定的内阻，即使输出端瞬间短路产生剧烈火花也不会导致充电器损坏。虽然该充电器现在已经很少用于电动车蓄电池的充电，但是，当电动车配套的充电器损坏却又不能及时修复时，用这种简易的充电器应急充电还是不错的。

智能充电器

图2是智能充电器的电路原理图，这种充电器可以适用于36V、48V两

(即白天还是模拟晚上)对照图5逐级检查：可用万用表直流电压挡重点检测IC1第9脚电位→输出控制端2脚电位→VT9013的基极电位→输出端S、C两端的电压是否正常(三极管导通时，$V_{SC}\leqslant 2V$，截止时为0V)，总之，只要元件质量可靠，无错焊、漏焊、虚焊等现象，准能顺利检测成功。

关于对该“控制电路”的灵敏度(接收距离)的调整，笔者的体会是：(1)适当减小R7，如选择在18kΩ～20kΩ时能提高接收距离。(2)适当减小R8，如选择为1.8MΩ时控制电路的反应比较灵敏。(3)由于人体所发出的红外线信号本来就很微弱且淹没在周围各红外杂光的环境中，故需注意：红外热释头管子在印制板上安装时，管子的顶部(即带有小方块形状的接收窗口)与聚焦红外线作用的菲涅尔透镜是否垂直对准在它的焦距位置，这对提高接收灵敏度和距离至关重要，它比电路中上述参数调整更为重要，千万不要忽视。

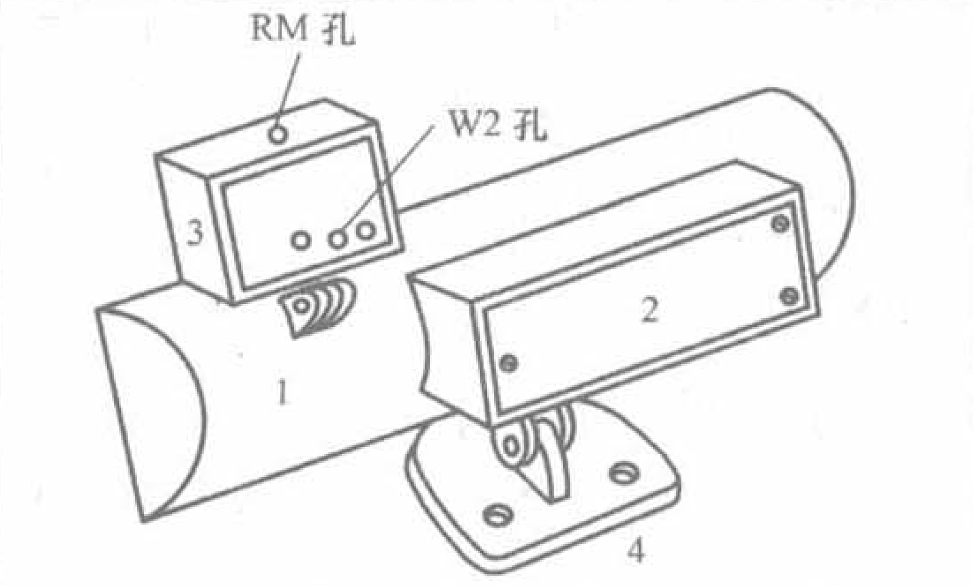


图9 灯壳制作

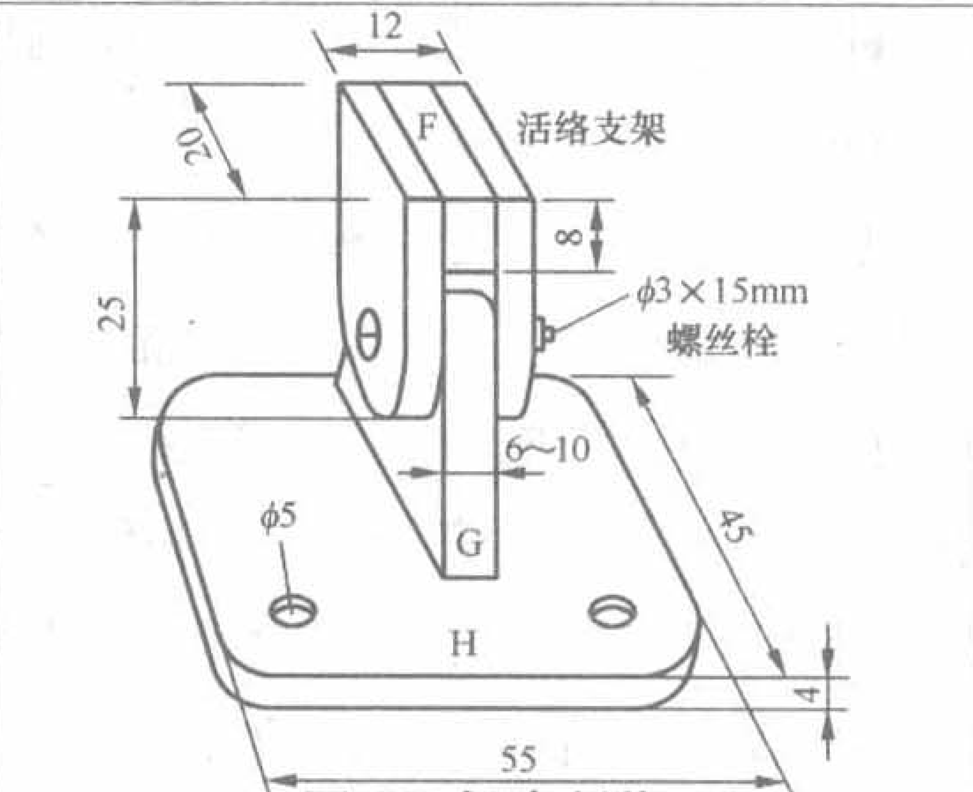


图10 灯座制作

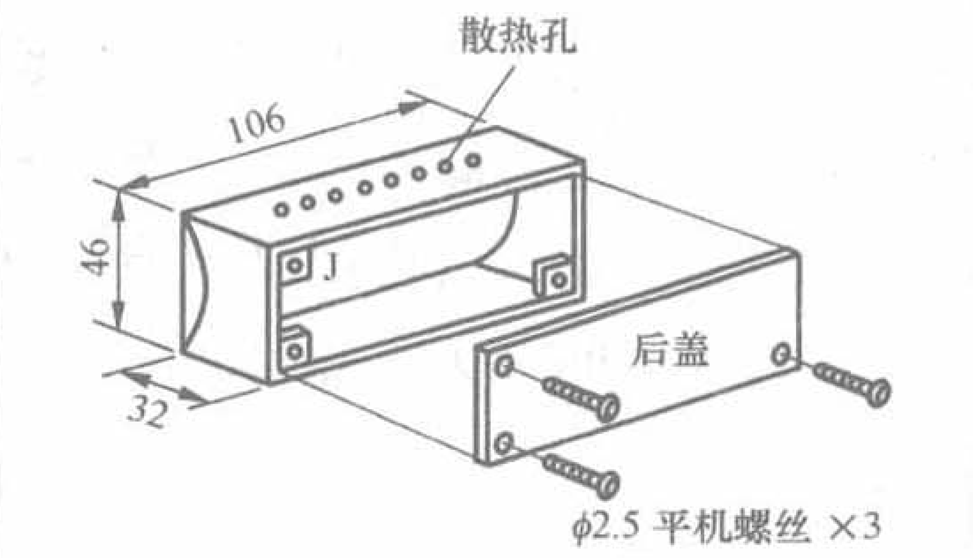


图11 电源盒制作

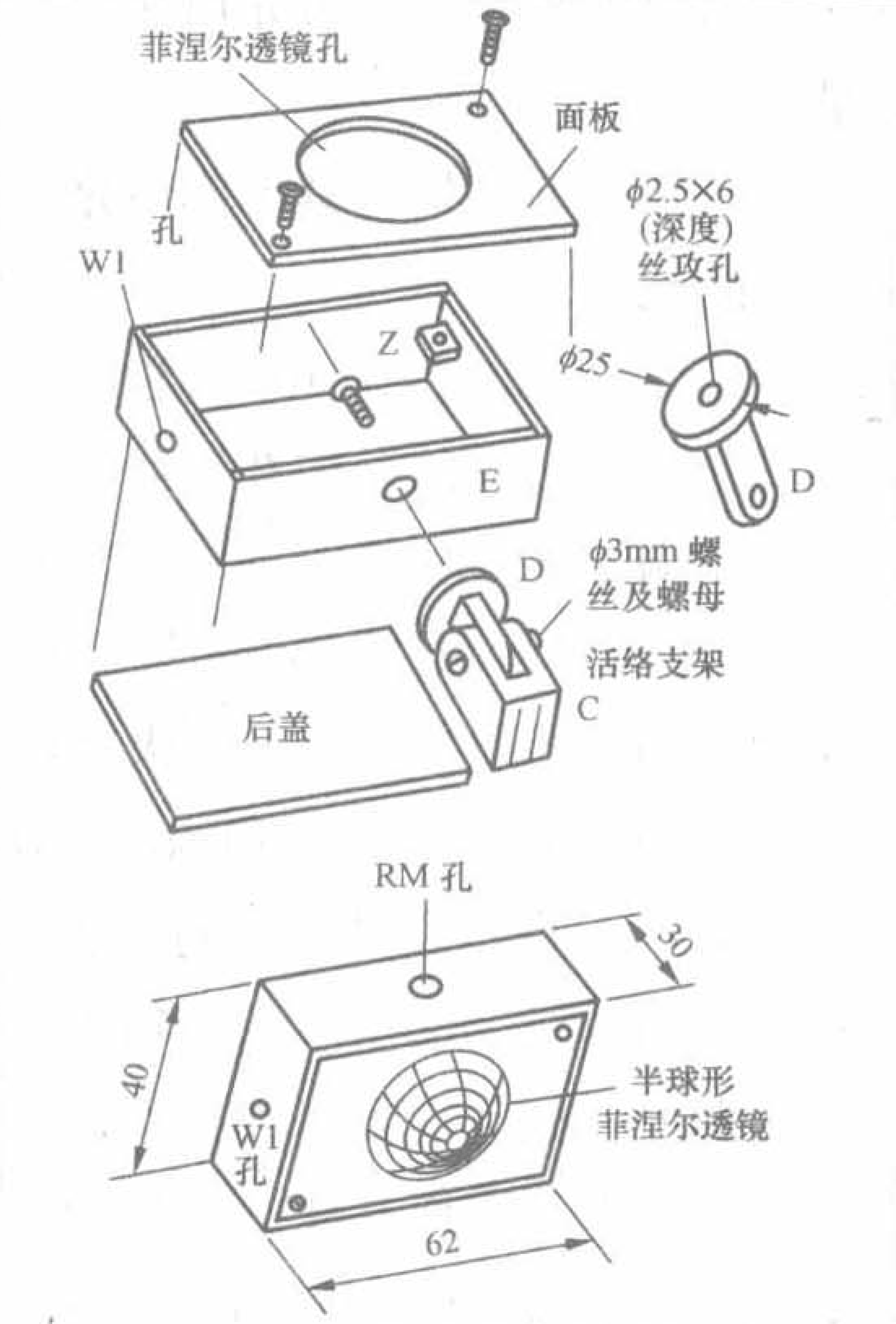


图12 红外热释电控制盒制作

到此，电源电路、灯板电路和红外控制电路的分调与检测全部结束，可作为合格备件供正式装配灯具之用。

关于灯壳、灯座、电源盒和红外热释电控制盒的制作见图9～图12。

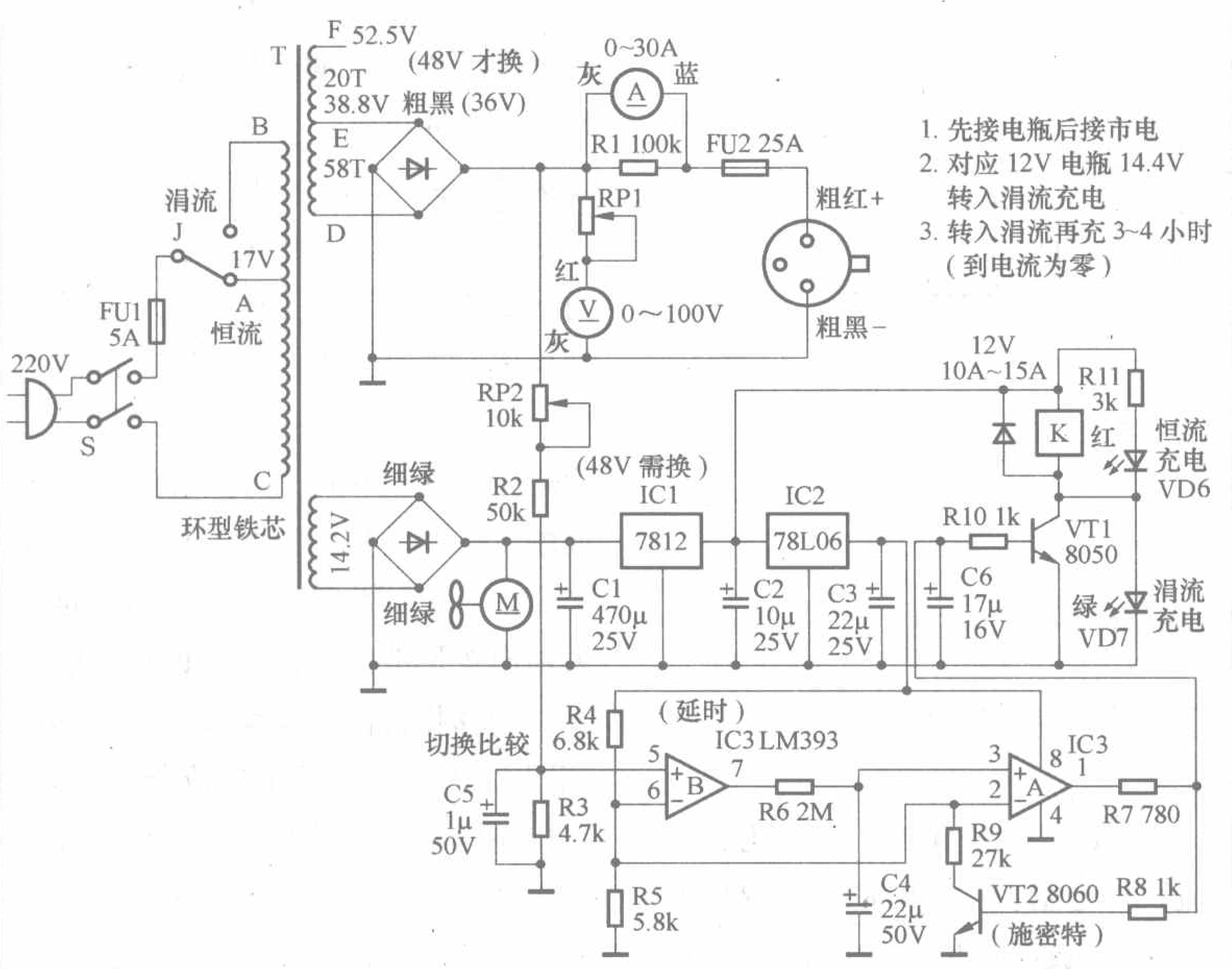


图2　智能充电器电路原理图

种充电电压，还具有恒流和涓流充电模式的自动切换功能，主要用于给各种电动自行车充电。

变压器T的次级主绕组可以提供38.8V和52.5V的两组交流电压输出，以适应36V蓄电池和48V蓄电池充电。14.2V绕组主要为恒流／涓流控制电路提供工作电源，同时还为充电器的散热风扇供电。14.2V绕组输出的交流电压经桥式整流电路整流后，经三端稳压集成电路IC1稳压得到12V电压供“恒流／涓流”转换继电器使用，12V直流电压再经三端稳压集成电路IC2稳压得到6V电压，为“恒流／涓流”转换控制电路提供电源和电压基准。

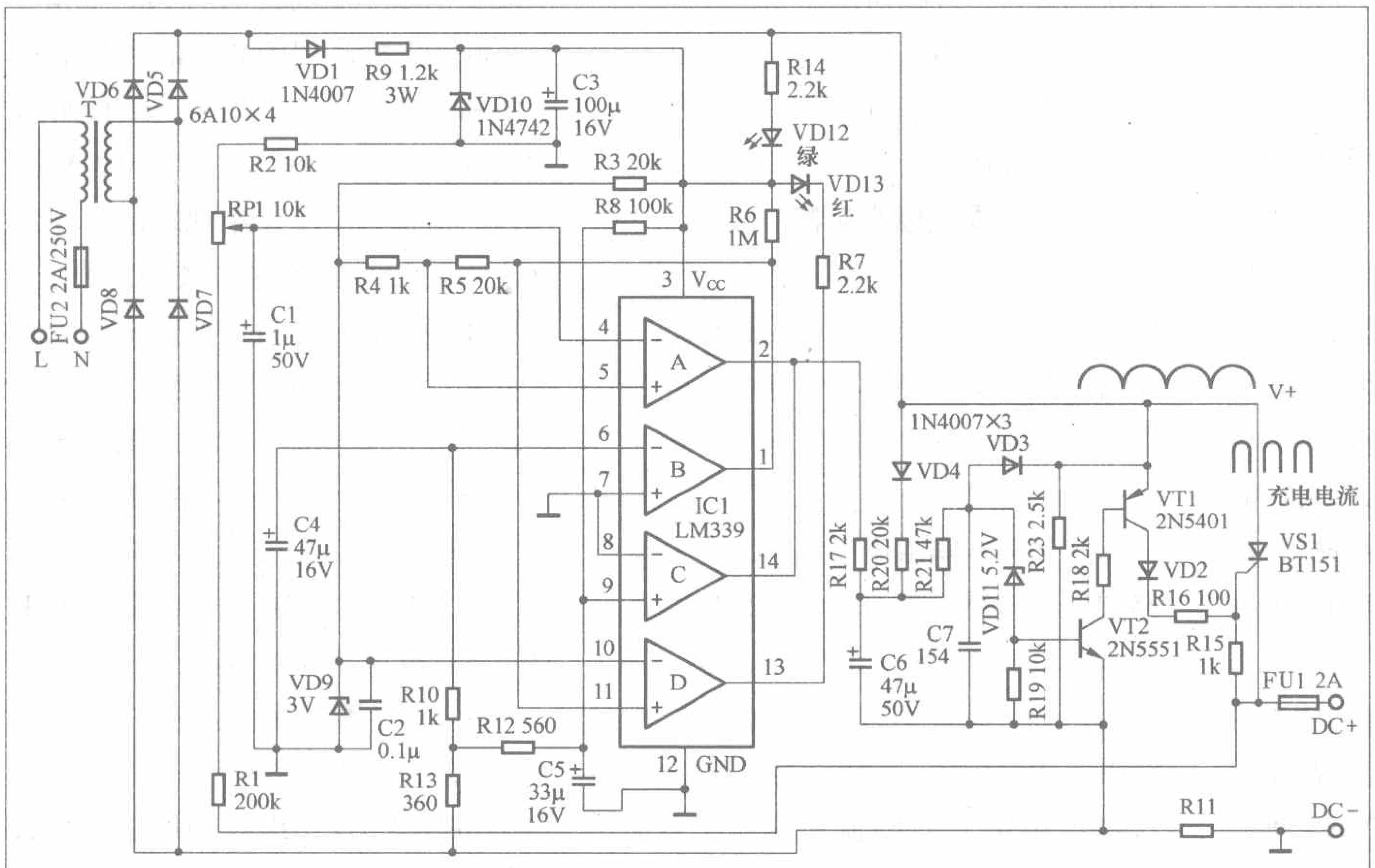


图3　脉冲充电器电路原理图

充电初期，220V交流电经过插头、开关、保险丝FU1和继电器K的常闭触点到变压器T的初级A端，由变压器变压后输出38.8V交流电，经桥式整流电路整流，然后经电流表、保险丝FU2给蓄电池充电，此时充电电流较大，充电器处于恒流充电模式。蓄电池端电压通过RP2、R2送到运放IC3的同相输入端5脚，6V稳压经R4、R5分压后为IC3的反相输入端第6脚提供基准电压，IC3将对5脚和6脚的电压进行比较。当蓄电池端电压低于43.2V（对应于36V蓄电池）时，IC3B第5脚的电压低于第6脚的电压，7脚输出低电平，IC3A第1脚也输出低电平，三极管VT1、VT2截至，充电器保持恒流充电状态。

随着充电的进行，蓄电池两端的电压逐渐升高，当蓄电池端电压高于43.2V时，IC3第5脚的电压将高于第6脚的电压，7脚输出高电平，IC3A的1脚也输出高电平。IC3A第1脚的高电平一方面使三极管VT1导通，继电器K吸合，220V交流电经过继电器K的常开触点到达变压器T初级的B端，变压器输出电压降低，充电电流减小，充电器进入涓流充电状态。IC3A第1脚的高电平还使三极管VT2导通，电阻R9接入IC3A、IC3B的两个反相输入端，降低了反相输入端的基准电压值，防止了因为降低充电电流引起的波动，使之一直保持在涓流充电状态。在IC3B第7脚和IC3A第3脚之间，加入了起延时作用的元件R6、C4，可以有效防止充电器在“恒流”充电和“涓流”充电之间频繁切换。

由于该充电器预留了48V的充电绕组，可以将

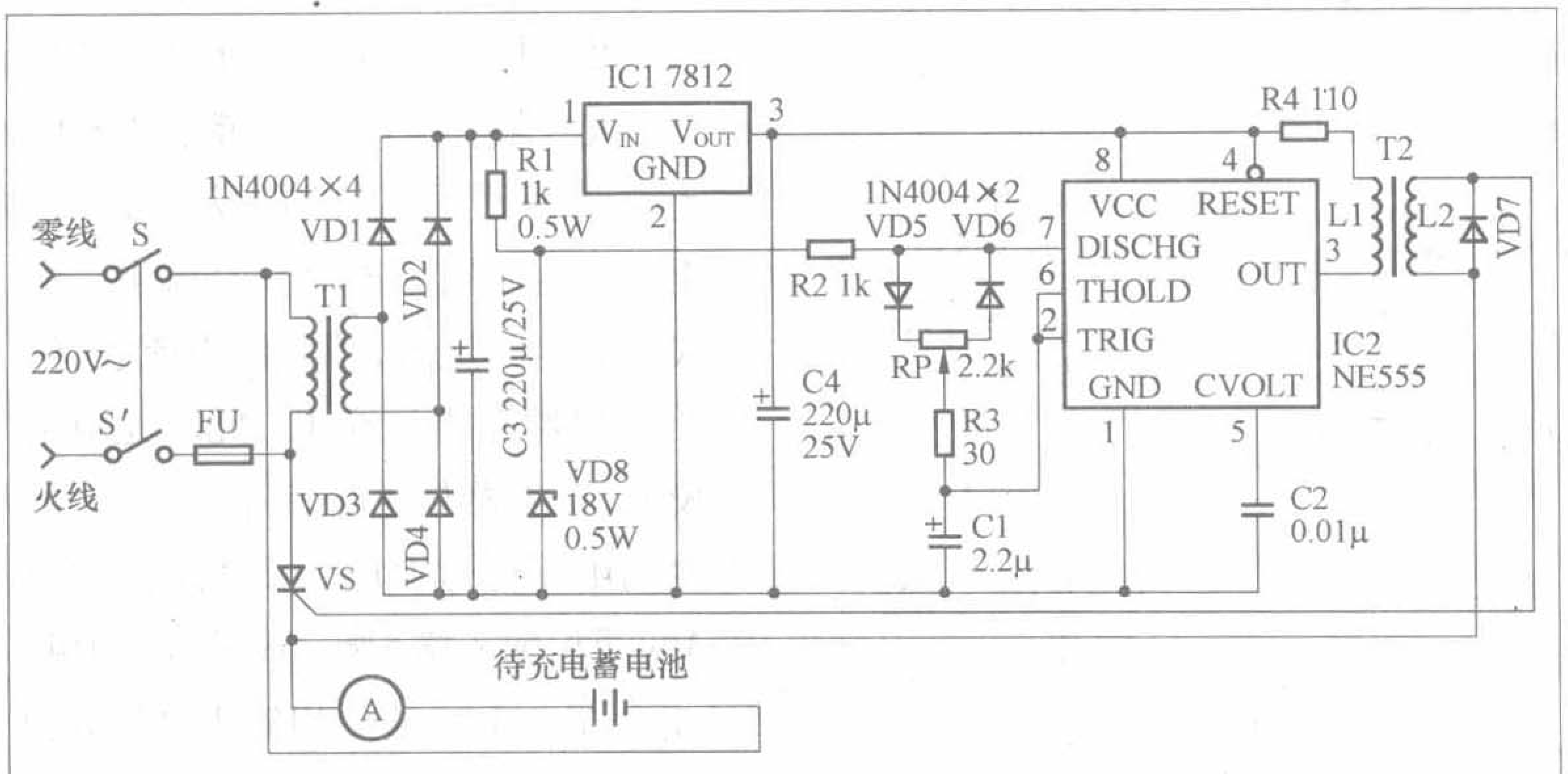


图4 晶闸管充电器电路原理图

充电整流的全桥接到变压器T次级的52.5V端子上，再将RP2适当调整，或者加大电阻R2的阻值，以适应48V蓄电池充电。

脉冲充电器

图3是一种采用晶闸管脉冲充电技术设计的充电器电路，适合用于大多数的电动自行车充电。变压器T输出的低压交流电经VD5～VD8组成的桥式整流电路整流后，得到100Hz的脉动直流电，该电压不经过滤波而直接加到晶闸管VS1的阳极，再到晶闸管VS1的阴极给蓄电池充电；100Hz的脉动直流电还经VD1、R9、VD10、C3组成的简易12V稳压滤波电路，为电压比较器IC1提供稳定的直流电源。

VS1为单向晶闸管，它的导通受电压比较器IC1、三极管VT1、VT2等组成的控制电路控制。充电之初，蓄电池的端电压较低，该电压通过R1、RP1、R2组成的取样电路送入电压比较器IC1A第4脚，2脚对地开路，充电电压经VD4、R20、R21使稳压二极管VD11击穿导通，三极管VT2饱和，VT1也饱和导通，VS1触发导通，给蓄电池正常充电。充电电流的波形如图所示。

当蓄电池充足电后，端电压上升使电压比较器IC1A第4脚电压高于第5脚的参考电压，IC1A第2脚对地短路，使R20与R21的分压点降低，VT1、VT2截止，晶闸管VS1也关断，充电停止。

本机还有过流保护，R11为充电电流取样电阻，充电电流越大，R11两端的电压也越高。值得注意的是，R11的电压极性是左负右正。左边的负电压经R13分别送入四电压比较器IC1的6脚和9脚，由于R8的作用，四电压比较器IC1的6脚和9脚在没有充电的时候存在一个较弱的正电压。如果充电电流过大，R11左边的负电压也增加，使四电压比较器IC1的6脚和9脚的电压降低，当充电电流超过规定值时，IC1的9脚电压低于0V，IC1C的状态翻转，14脚对地短路，将R20、R21的分压点电压拉低，充电停止。

IC1D的作用是用于充电状态显示，充电时，红色发光二极管VD13点亮。

晶闸管充电器

图4是一种采用晶闸管的充电器，这种充电器的充电电流可以做到30A，非常适合电动自行车、电动三轮车维修人员使用，它可以一次对多只蓄电池充电。

整个充电器由电源电路、触发电路和主控电路三部分组成。220V市电经电源开关S－S'、电源变压器T1降压后，由二极管VD1～VD4组成的全波整流电路整流，变为脉动直流电源。一路经电阻R1限流和稳压二极管VD8稳压，输送约18V的梯形波同步稳压电源，作为时基集成电路IC2及其外围元件构成的无稳态振荡器RC延时环节的电源；另一路经过三端稳压集成电路IC1送出12V稳定的直流电压作为IC2的工作电源。触发电路由IC2及R2、R3、RP、C1、C2等元件构成，振荡周期小于10ms固定不变，仅可改变输出矩形波占空比，无稳态振荡器和R4、脉冲变压器T2形成触发脉冲。振荡器之所以采用18V和12V两路同步稳压电源，目的是增大输出矩形波的占空比，即增大触发脉冲的移相范围。本触发电路的移相范围大于120°，调节电位器RP即可输出不同触发角的触发脉冲，从而达到控制晶闸管VS导通的目的。

实验证明，该触发电路输出的脉冲，其宽度比任何由单结晶体管构成的触发电路输出的脉冲大几倍，能够可靠地触发反电势负载和大电感负载电路中的晶闸管可靠导通。

主控电路由保险丝FU、电流表和晶闸管VS组成，接上待充电的电池或蓄电池（组）后，晶闸管VS获得触发脉冲，就以不同脉宽的脉冲控制VS的导通角，调节RP就可以满足不同充电电流或电压不同的蓄电池（组）充电。

由于这种晶闸管充电器的蓄电池直接和市电连接，使用时必须按照图中标注的零线和火线连接220V交流电源，连接和取下蓄电池之前，也必须先关闭220V的电源开关。正常的充电操作顺序是，先将需要充电的一个或者多个蓄电池串连后接入充电器，然后将充电电流调节电位器RP调到最小充电电流位置（图4中RP的最右边），再合上220V交流电源开关，根据几个蓄电池中容量最小的蓄电池来调节RP选择充电的电流。

本文介绍的4种工频变压器虽然存在充电效率低等缺点，但这些充电器电路简单、便于维修、使用寿命长，仍然得到普遍应用。

编者按： 由美国Comptechnic公司与3DVOX（明天科技）联合开发的VOX06MP01集成电路是一款无线供电芯片，适合于多种小功率电器的供电与充电。对其感兴趣的读者，可以通过电子邮件（E-mail：radio@radio.com.cn）的方式来申请，来信主题请注明“VOX06MP01样片申请表”，并在信件中写明姓名、邮编、地址、单位、联系电话及索取目的。样片数量有限，申请从速。

微距无线供电发射模块 VOX06MP01

文/吴 玥

无线供电的特点是无需供电端与用电端任何物理上的连接，就可以把电能传输给用电端（负载），显然这是一种极为方便的供电技术。供电装置（能量发射端）利用微波、粒子束、激光、电磁波等以无线方式对用电设备（能量接收端）进行实时供电，发射端和接收端也可以是一对一、多对一、一对多、多对多等不同方式，其中多对多方式可以实现基于网络的分布式供电，被认为是未来最有前途的发展方向。粒子束、激光的方向性好，能量传输密度大，但是目前接收技术尚不成熟，所以此类应用进入实用还有待时日；微波方式的发射、接收技术相对比较成熟，但是方向性不好，能量传输密度低，效率欠佳，如果处理不好，还会造成干扰。据报道国外已经有研究机构成功的将5kW的电力利用微波传送了42m远；欧洲的研究机构在非洲的实验型微波输电装置已进行多年的送电试验，并已向当地村庄送电。

利用电磁波进行毫米至厘米级范围内的微距无线供电则已经走进了我们的日常生活，微功率应用如各式非接触式IC卡，比较典型的是我国广泛使用的公交IC卡，大功率的典型应用比如我们厨房的电磁炉，已经是千瓦级的应用了。近两年，采用这种方式对便携设备直接供电或者充电以及针对特殊环境下的安全供电也成了一个热点。英国剑桥大学某研究机构发表了可以商用的“Splashpower”无线充电器，通过SplashPad（充电板，鼠标垫大小）给PDA、手机等便携设备充电而无需连线，前提是这些设备内部必须安装有SplashModule，一种很轻薄的无线电能接收装置，不过在其网站上只有像图1那样的效果图，看不到相关的详细资料；美国麻省理工学院（MIT）发表的无线供电方案，可以在12英尺（约合3m）范围内以无线的方式给电池充电或点亮电灯，商用样机也正在试制中。本文要介绍的VOX06MP01微距无线供电发射模块，经实测可以点亮高亮度LED，也可以给小功率功放供电驱动小音箱，它是由国内的一家公司生产的，实物参见图2。

一、微距无线供电的原理简介

微距电能无线传输，目前实用的方案是基于电磁感应原理的高频分离式变压器，利用电-磁-磁-电的能量转换过程实现能量的传输。变压器一般由导线组成的线圈和线圈中间的型芯组成，型芯的材料和形状有很多种，工频变压器常常使用各种形状的铁芯，高频变压器则一般使用各种形状的磁芯。变压器使用型芯主要是为了提高能量耦合效率，因为它可以有效减少电磁波向空间的发射而主要集中在型芯材料组成的磁路中，如图3所示。将初、次级线圈和相应的型芯分开一定的距离并不影响型芯“聚集”磁力线的功能，只是间隙处的能量损耗增进，传输效率会牺牲一点，不过这却可以满足我们的特定需要——无线供电，这就是高频分离式变压器的模型，如图4所示，初、次级线圈分别作为能量的发射端和接收端。新型的平面变压器，采用扁平的磁芯和扁平的线圈，纵向高度大大减小，相应的径向截面也就大大增加，更加适合无线电能传输的应用。初、次级线圈中流动的是几千到几兆赫兹的高频电流，如果不苛求效率，磁芯并不是必须的，

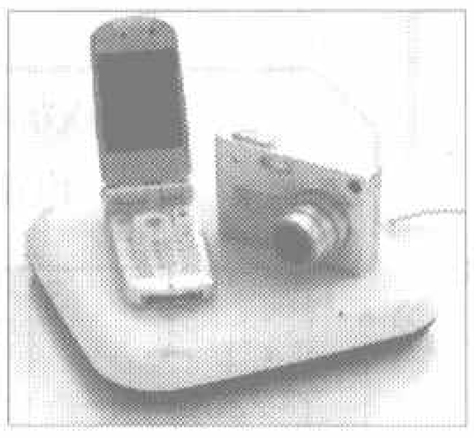


图1 SplashPad充电板

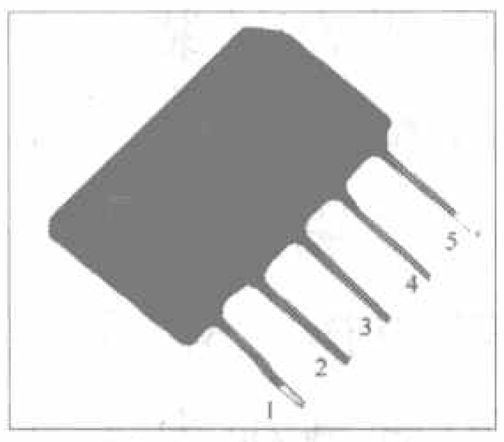


图2 VOX06MP01微距无线供电发射模块

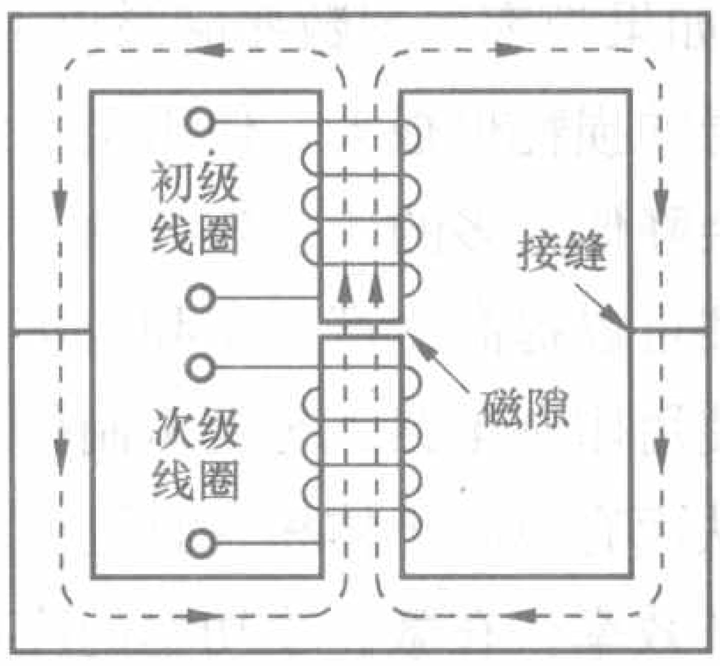


图3 磁芯变压器模型

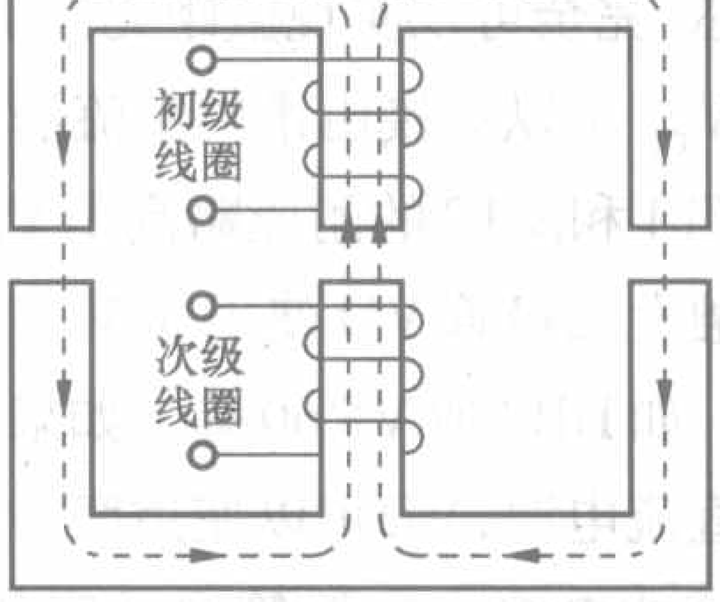


图4 分离式变压器模型

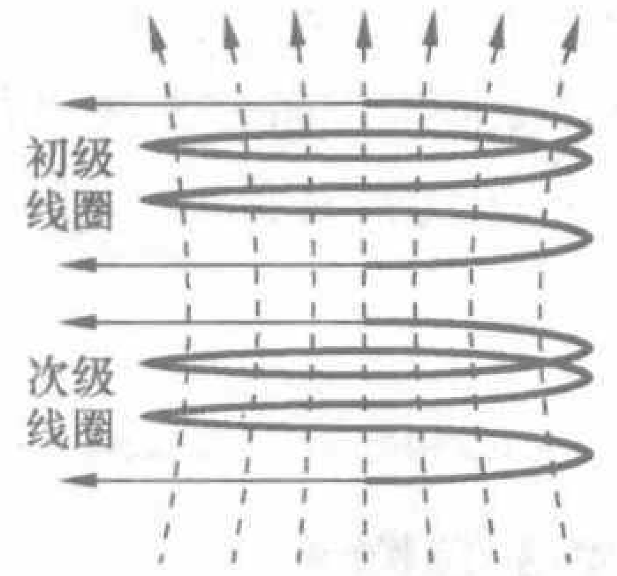


图5 空心变压器模型

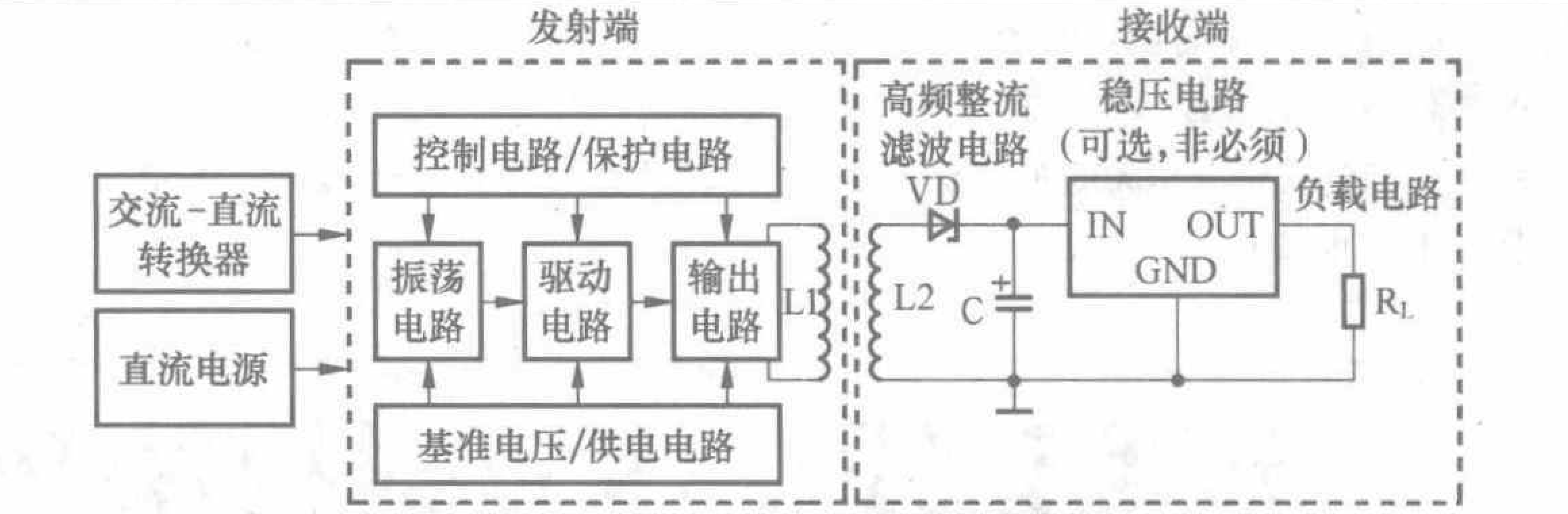


图6 无线电能传输等效框图

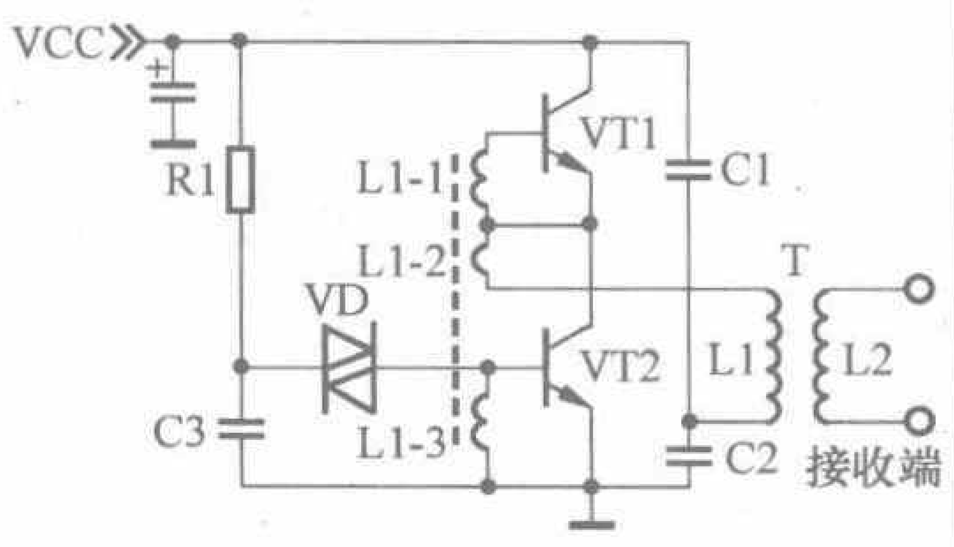


图7 简单的无线供电电路

针对不同应用，发射、接收端都可以采用有磁芯的线圈或者无磁芯的空心线圈。如果频率达到数兆赫兹以上，磁芯本身的损耗也很大，使用空心线圈并不会降低太多的传输效率，同时，空心线圈可以提高生产效率和成本，也方便使用印制电路工艺技术制作印制线圈从而有效减小体积并且进一步提高生产效率，在微、小功率的应用中比较多见，空心变压器的模型见图5。

除了上述发射、接收线圈外，发射端还需要与产生高频电流的高频电源电路相配合，将直流电或者低频交流电转换成高频交流电，接收端也需要相应的高频整流电路，电能才能被再次以“电能”的方式利用，这个过程与我们熟知的开关电源非常类似，只是缺少了稳压环节。无线供电的一般等效电路框图如图6所示，L1和L2分别是发射和接收线圈。在大功率应用中，框图中的每一部分可能会相当复杂，也需要大量的元器件来实现，但是在小功率应用中，这些电路的很多单元都可以由一个或者很少的几个元件组成。图7所示的电路就是一个简单的无线供电发射端电路，这个电路原本是一个典型的电子变压器电路，将变压器T只用两个空心线圈而不再使用磁芯，完全可以实现微距无线供电。电源 V_{CC} 可以直接由市电整流滤波而来，VT1和VT2的耐压略高于 V_{CC} 即可，触发二极管VD使用30V左右的型号，如DB3或VR60等。如果使用低压直流电源，VD可以使用两个稳压二极管或者多个二极管串并联代替。电路的详细说明可以参考相关的资料。

二、VOX06MP01微距无线供电发射模块简介

VOX06MP01是小功率的微距无线供电发射模块，由国内的3DVOX(明天科技)公司和美国Comptechnic公司联合开发，并由3DVOX公司在国内生产，实物外形和引脚名称及其排列分别参见图2和图8。

VOX06MP01内部包含了无线供电发射端所需要的大部分电路，典型应用只需外接3个电容和一个用于能量发射的线圈，工作电压为直流5V～6V，与相应的接收电路相配合，能量传送距离能够达到10cm左右。VOX06MP01采用常见的黑色软胶包封，以提高电路的可靠性和对环境的适应能力。VOX06MP01包含引脚在内宽26.4mm、高26mm、最大厚度6mm、引脚长度为10mm，未来还有更为坚固的硬塑壳封装，基本功能不变，1、3脚改为内部相连，外部引脚减少为4个，引脚间距不变，宽度减小为23.6mm。

VOX06MP01的主要电参数参见附表，典型应用电路见图8，电路的实物连接图见图9。图8中L2的绕制方法与L1大致相同，L2的形状应该尽量与L1相似，直径可大可小，但径向尺寸不应大于L1。使用时L2应尽量与L1靠拢，如果L2的直径比L1小得多，可以尽量靠近L1内的一侧。L2与L1符合变压器的传输耦合关系，即电压与线圈的匝数成正比，不过空载电压会比带载电压高很多，使用时可以接上负载调试，同时改变L2与L1的相对位置也会明显改变输出电压，所以对电压敏感的器件应该附加简单的稳压或者限压电路；L2的线径和匝数对输出电流有一定影响，使用多股线绕制可以减小高频电流特有的“趋肤效应”。

使用如图8所示的应用电路。用示波器测得L2两端的波形见图10(a)，频率约为224kHz，谐波不明显。L2两端接入3个高亮度白色发光二极管，电路连接关系参见图12，测得L2两端的波形如图10(b)，谐波变得比较明显，

附表 VOX06MP01的主要电参数

项目	参数	备注
电源电压	DC 5V～6V	推荐电压DC 5V，1脚与3脚外部直接相连
工作电流	60mA～500mA	推荐200mA～250mA，调整发射线圈的匝数可以调整工作电流，负载状态也影响工作电流。
工作温度	0℃～50℃	100℃以下储藏
工作湿度	不限	只限于模块本身，模块本身可以在水中工作

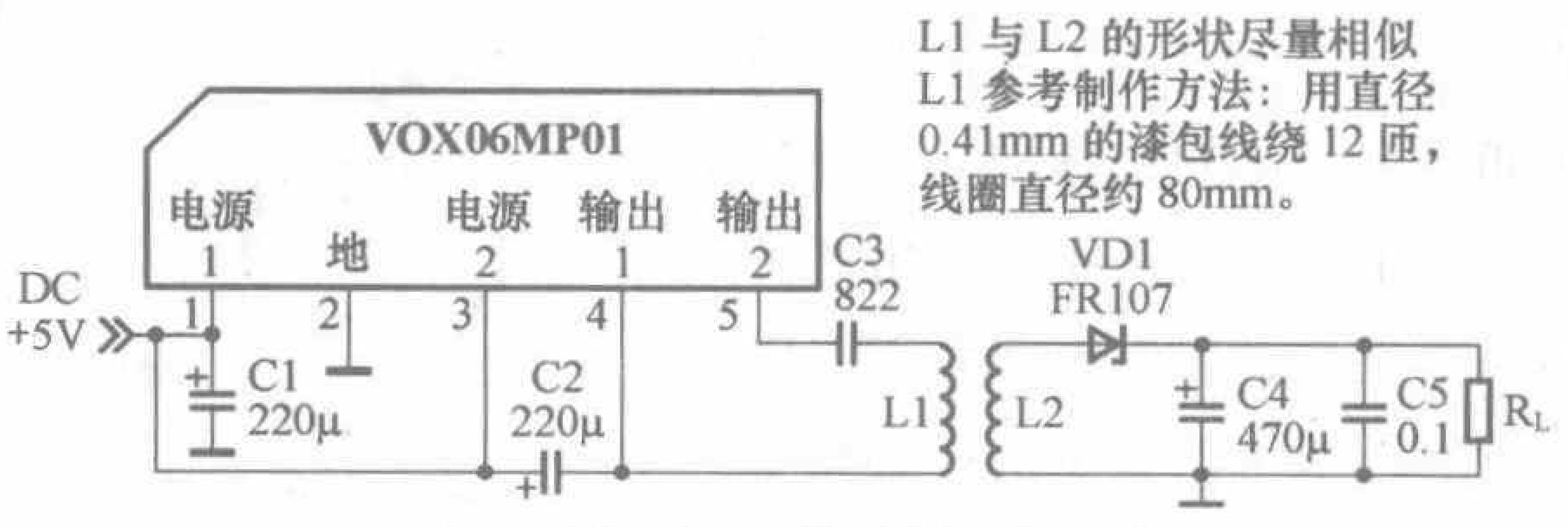


图8 VOX06MP01的典型应用电路

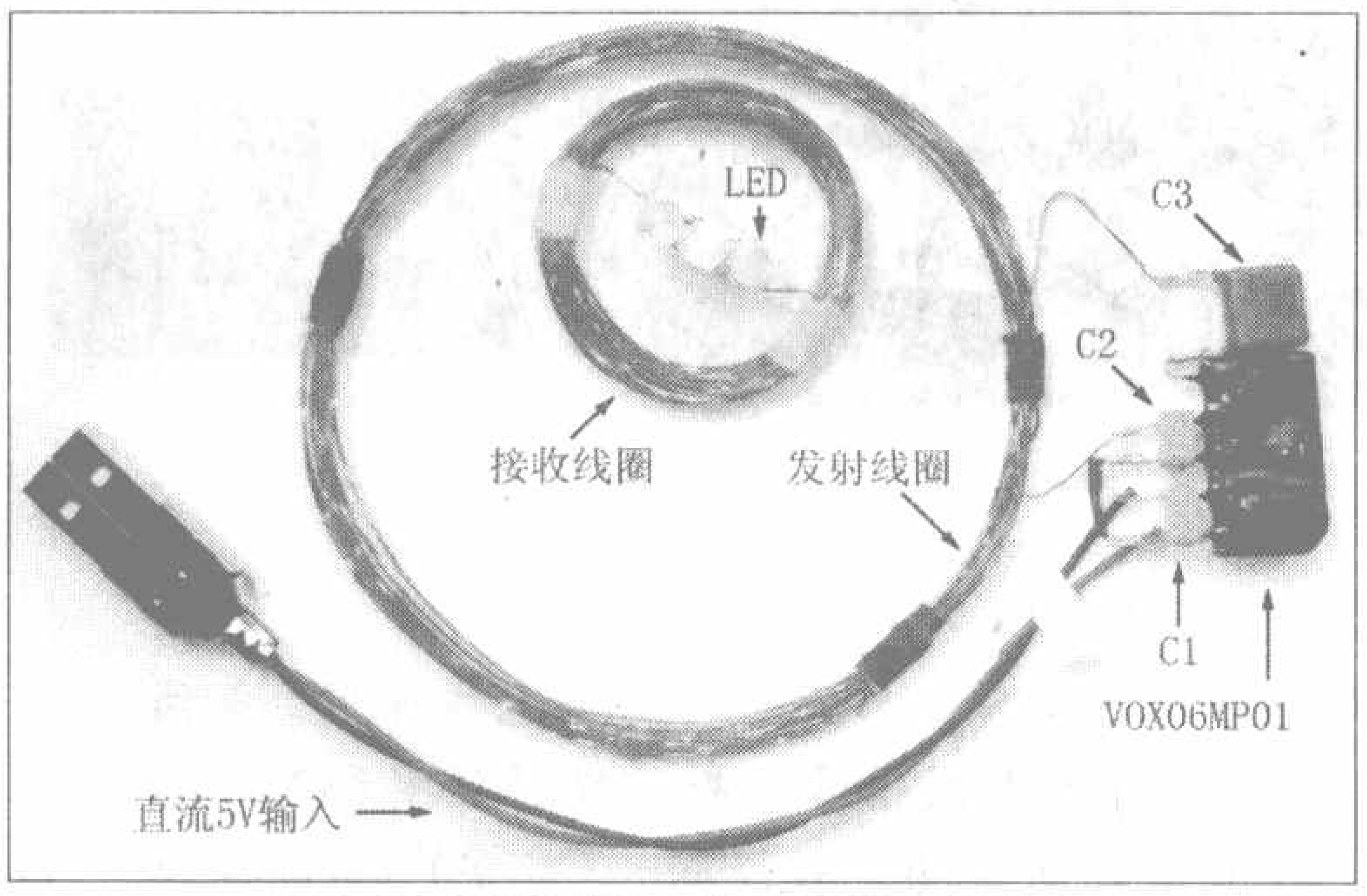
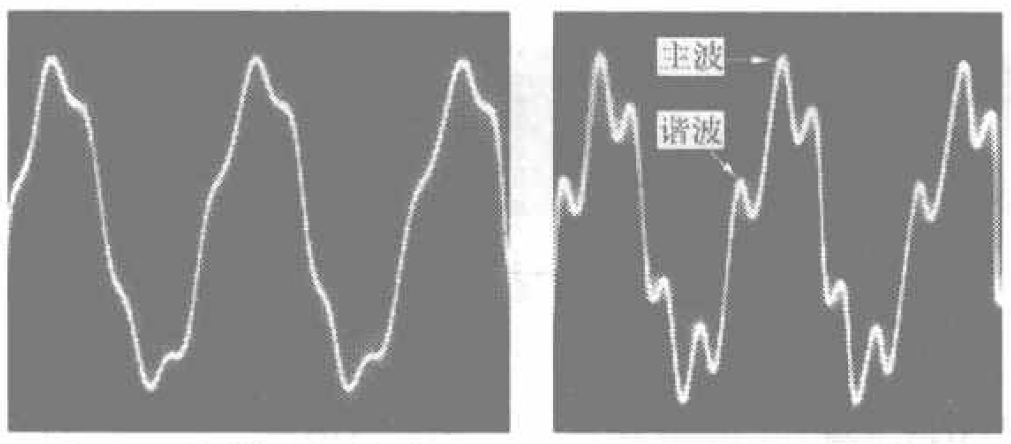


图 9 VOX06MP01 的电路实物连接图



（a）空载(未接入 R_L) L2 两端的波形　（b）接入负载 R_L 后 L2 两端的波形

图 10 VOX06MP01 的典型工作波形图

频率约为 1MHz，主波频率基本没有变化。

三、VOX06MP01 的典型应用

以 VOX06MP01 为核心组成的无线供电的发射端，与适当的接收电路相配合，可以给各种常见的小电器以无线的方式进行充电或者直接供电，实测接收端输出 20mA～50mA 的电流时，输出电压约2V～8V，可以给高亮度LED、蓝牙耳机、小风扇、小功率功放等实时供电，也可以给手机、MP3、MP4、剃须刀等小电器的电池进行涓流充电。

图11～图15给出了一些典型应用电路，图中的发射供电端电路参见图8，L1 的规格参见图 8 的说明，图 12、14 的电路笔者已经做过实际验证。

图11电路适合给4.2V的小容量锂电池充电，按照图中元件数值，充电电流约 15mA，可以通过调节 R2 进行调整，最大充电电流100mA，但是要兼顾电源的供给能力，保证 HYM4054L 的电源端即 4 脚的输入电压大于 4.25V，而且IC2必须使用 HYM4054L 而不能使用 HYM4054，否则无线供电接收端的电流供应能力会明显不足，输出电压下降，导致IC2 不能正常工作。

图12电路使用新型的高亮度的白色发光二极管，可以用于LED 灯、安全照明等，实物连接图参见图9；也可以将各种颜色的发光二极管和接收线圈用透明软胶封起来，放在鱼缸或者水族馆中作装饰用，既方便又安全。

图13 中的小电机或者风扇应选用工作电压6V、工作电流小于30mA 的型号。

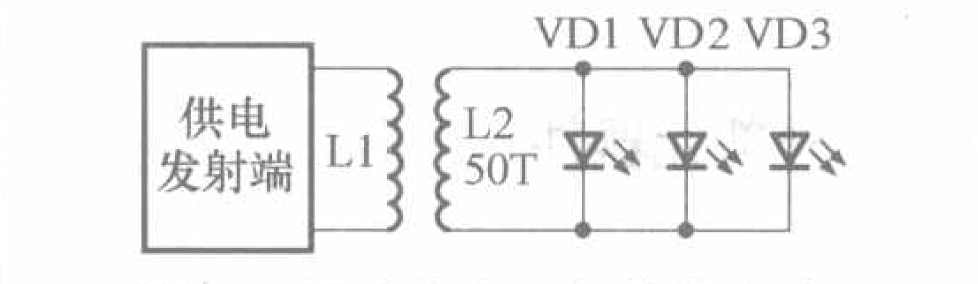


图 12　驱动发光二极管的电路

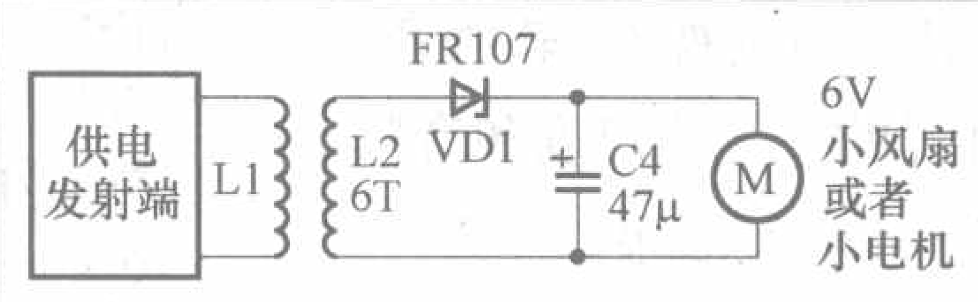


图 13 驱动小风扇的电路

图 14 中的音频功放集成电路 TDA2822M 价廉易购，在 1.8V～15V 的范围内都可以正常工作，适合于此类供电电压变化比较大的场合，如果电源供给能力没有问题，这个电路最大可以达到 1 W 的连续输出功率，信号源可以使用外接，也可以使用音乐 IC。

图 15 是一个驱动音乐IC 的例子，M66T 是国产的单曲系列音乐IC，可以根据需要选用不同型号，如多曲的或者高音质的品种以及可以直接推动扬声器的品种，不过要注意此类IC 的工作电压范围一般比较窄，因此要加上合适的稳压保护电路。

以 VOX06MP01 为核心组成的无线供电发射端的发射功率不大，主波、谐波都近似正弦波，对周围设备一般不会造成什么影响，笔者实际将工作中的发射线圈分别靠近电视机、电脑、手机、收音机，除了收音机在10cm 以内会被明显干扰外，其他设备均未发现明显干扰。

本文介绍的 VOX06MP01 外围电路比较简单，采用防水型封装，对发射、接收线圈要求不严格，可以方便的组成各种无线方式供电的小装置。

微距无线电力发射模块
VOX06MP01

广东省惠州市明天科技有限公司提供本文介绍的2W无线供电模块 VOX06MP01 和 40W 无线供电集成块 VOX24MP20。详情请在IE的地址栏中输入“无线供电”（要求IE 支持中文域名）或 http://www.wirelesspower.cn/ 浏览。

联系人：朱先生　电话：0752-2330830
传真：0752-2509303
地址：广东惠州市河南岸都市丽景 9H　邮码：516007

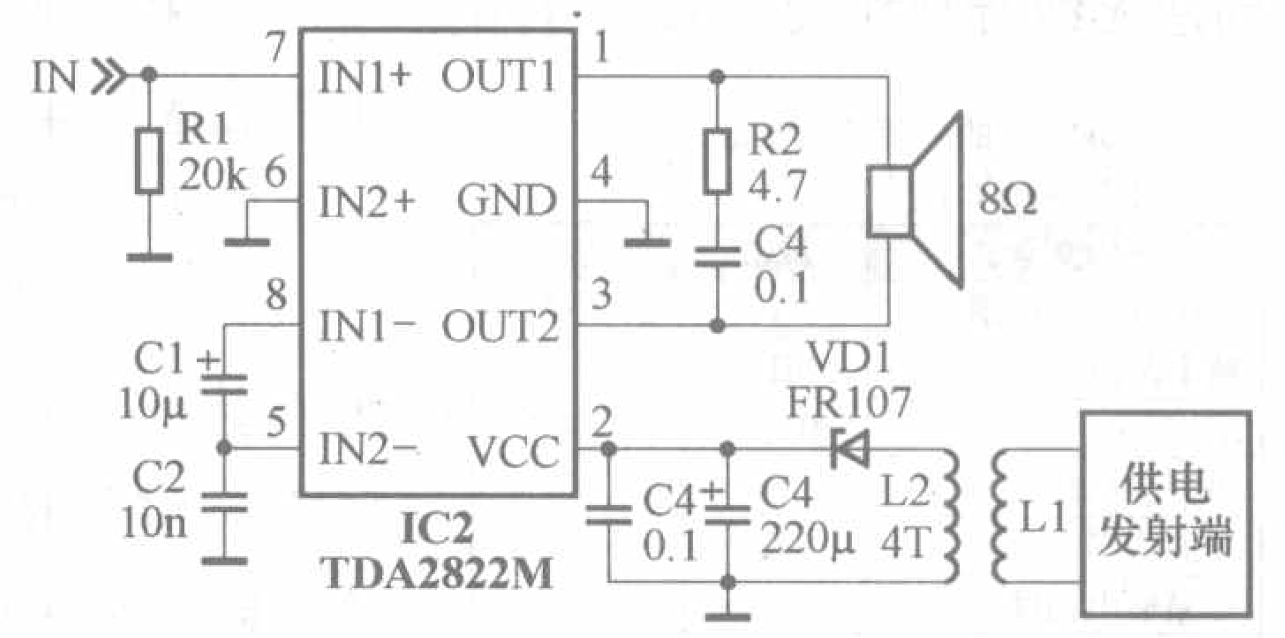


图 14　给集成功放供电的电路

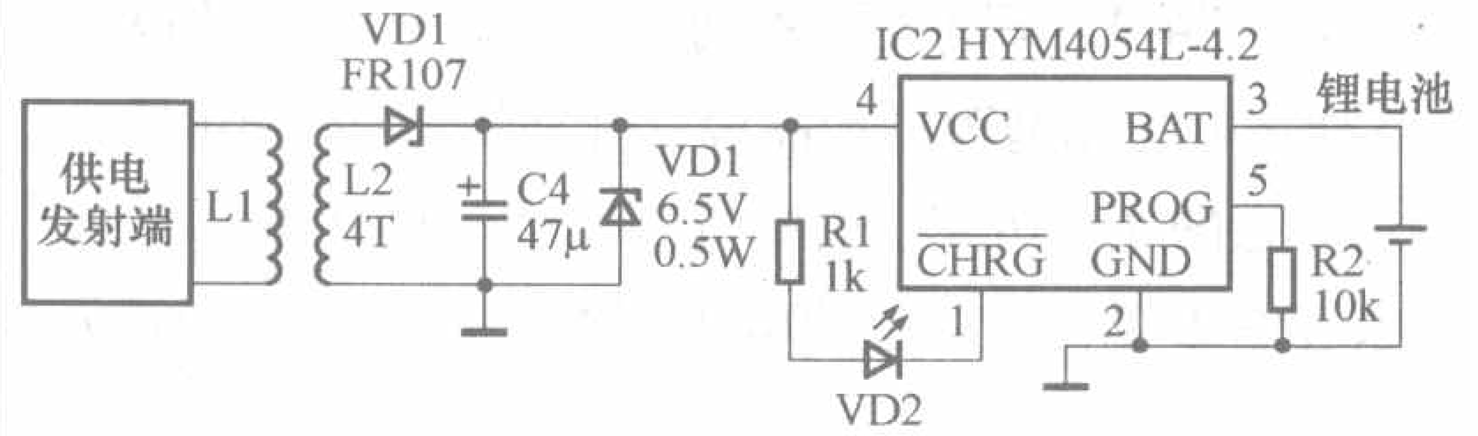


图 11　锂电池充电的电路

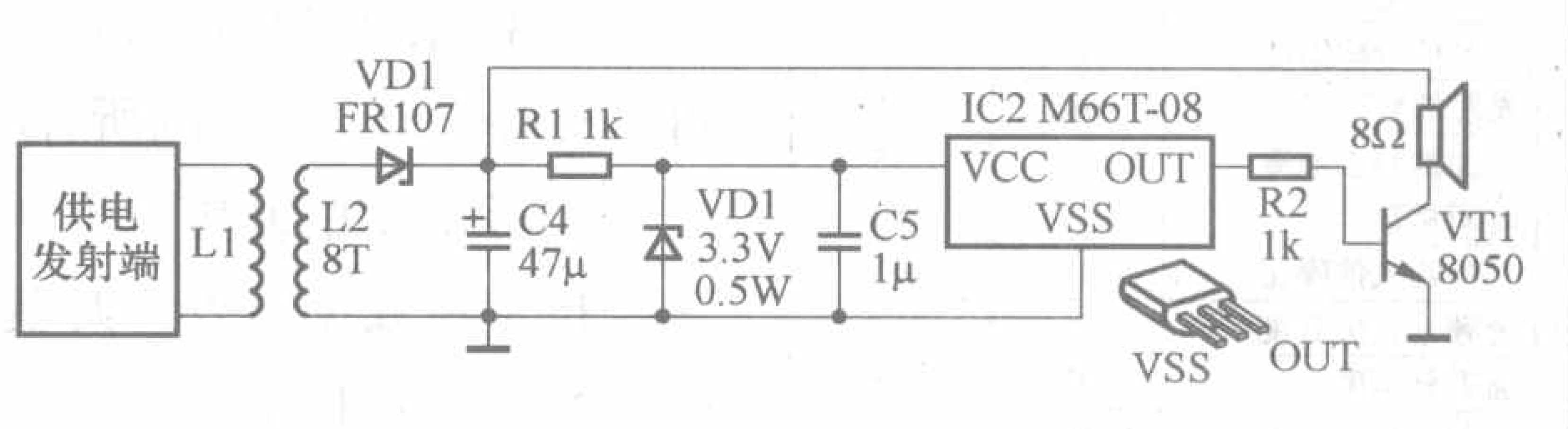


图 15　给集成功放供电的电路

新品速递

FM接收/发射集成电路

文/吴红奎

写在前面：

本文将介绍4种FM接收/发射集成电路：Si472x、MAX2606、TEA5766、THG4649。

这四款FM接收/发射集成电路属于微、小功率范围，主要涉及的是音频无线传输，如无线耳机、无线话筒、无线扬声器、（数字）FM广播等，也可以适用于视距范围内的其他无线应用。FM发射属于无线信号发射，发射功率和频段必须严格遵守国家的相关规定。MP3/MP4的无线应用和车载无线MP3/MP4无线应用目前市场比较活跃，（数字）FM高保真广播的发展也方兴未艾，值得我们关注。

Si472x：单片FM接收发射系列集成电路

Si472x是Silicon Laboratories（芯科实验室有限公司）推出的FM广播接收发射系列集成电路。Si472x属于该公司FM广播接收发射系列集成电路Si47xx的新成员，将Si470x FM接收器与Si471x FM发射器的全部功能集成到了3mm×3mm×0.55mm大小的单一封装中，在典型应用中除了发射接收天线外只需要一个电源退耦电容和大约15mm²的印制板面积，相关的竞争性解决方案至少需两个芯片和50多个外部元器件，并需要5倍的印制板空间。

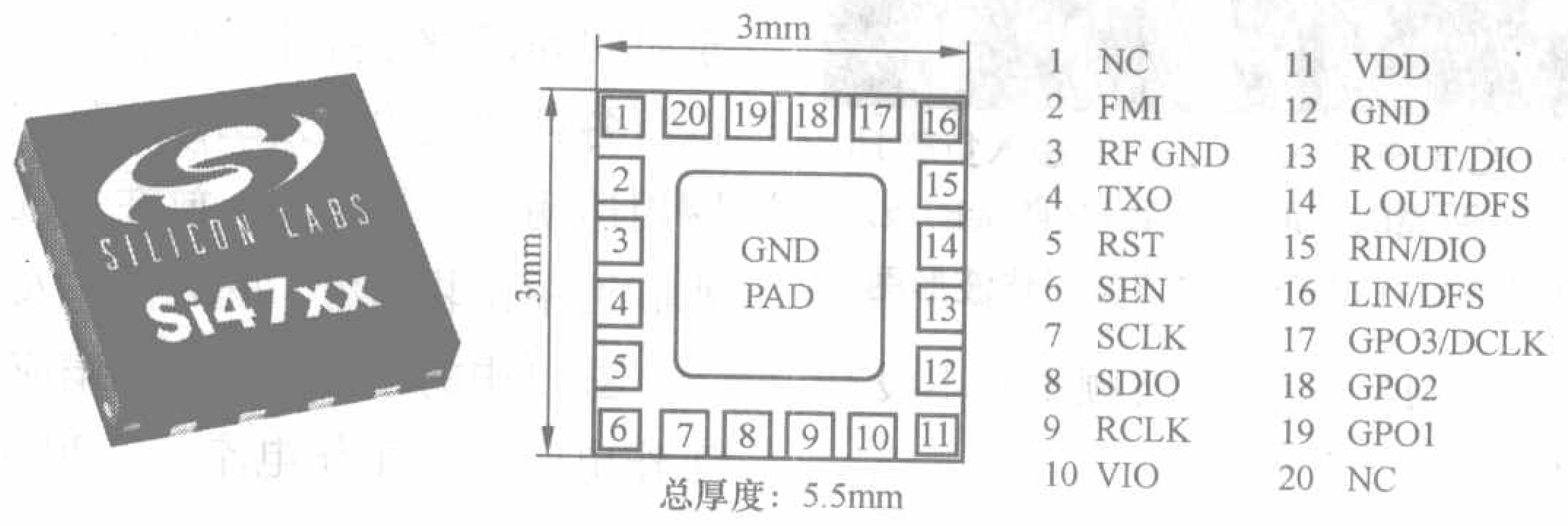


图1 Si472x的实物外形、引脚排列和外形尺寸图

Si472x针对便携式应用进行了优化，具有业内领先的多项FM接收技术，如优良的选择性和足够高的灵敏度、自动搜索、软静音、自动音量控制功能等，从而能够实现性能优异的接收稳定度和音频接收质量，在各种不同环境下实现优异的FM收音效果。

该芯片集成ADC和DAC，支持模拟和数字音频接口，FM发射功能可以和接收功能协同使用，能够与其他音频设备灵活方便地创建无线音频连接，借助这样的接收和发射功能，使用者可以方便地使用蓝牙耳机，可以采用无线方式与他人分享音乐体验。

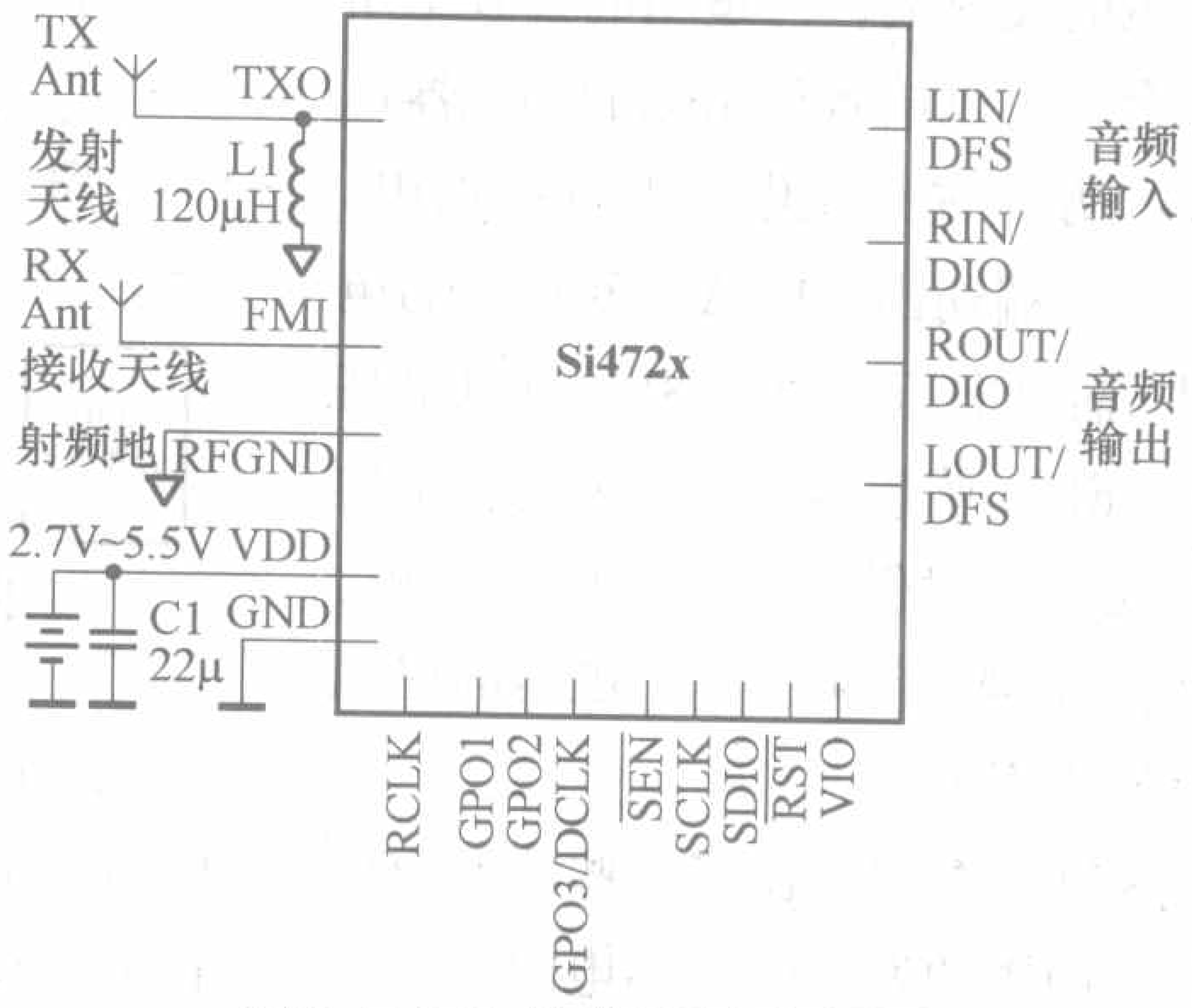


图2 Si472x的典型应用原理图

附表 Si472x的主要技术参数（T_A=+25℃）

一般中文含义	单位	典型值
工作电压（范围）	V	2.7~5.5
频率范围	MHz	76~108
IP3输入	dBμV	108
邻频选择性	dB	50
频道选择性	dB	70
音频输出幅度	mVrms	80
音频输出信噪比	dB	63
音频输出失真度	%	0.1
可编程发射功率范围	dBμV	83~115
发射信号稳定性	dB	±1
发射邻频残留	dBC	-30
预加重和去加重时间常数	μs	75
		50
音频输入信噪比	dB	63
音频输入失真度	%	0.1
通道分离度	dB	35
副载波抑制能力	dB	-40
输入灵敏度	Vpk	0.636

Si472x包括Si4720和Si4721两个型号，其中Si4721支持RDS（欧洲广播数据系统)和RBDS（美国无线广播数据系统)，借助RDS的传输功能，Si4721在接收FM广播的同时能够显示广播内容的相关信息，如歌曲名称等，用户将获得类似于便携式媒体播放器的视觉体验。

Si472x与其公司的Si47xx系列集成电路互相兼容，包括具备AM广播接收能力的Si473x系列、Si470x FM接收系列以及Si471x FM发射系列，因此单一PCB的设计可以支持这个系列中的所有产品，从而可简化制造商的产品设计并加快产品上市时间。

Si472x采用20端子的QFN封装，它的实际外形、引脚排列和外形尺寸参见图1，主要技术参数见附表，典型应用原理图参见图2，它的电子数据手册可以从www.silabs.com上下载。

MAX2606：集成压控振荡器的高性能FM发射IC

MAX2606是美信推出的集成了包括变容二极管在内的VCOs（压控振荡器）的高性能FM发射集成电路，针对便携应用，单电源供电，只需外接少量元件就能组成一台高品质调频发射机，以单端或者差分方式输出－10dBm的功率。

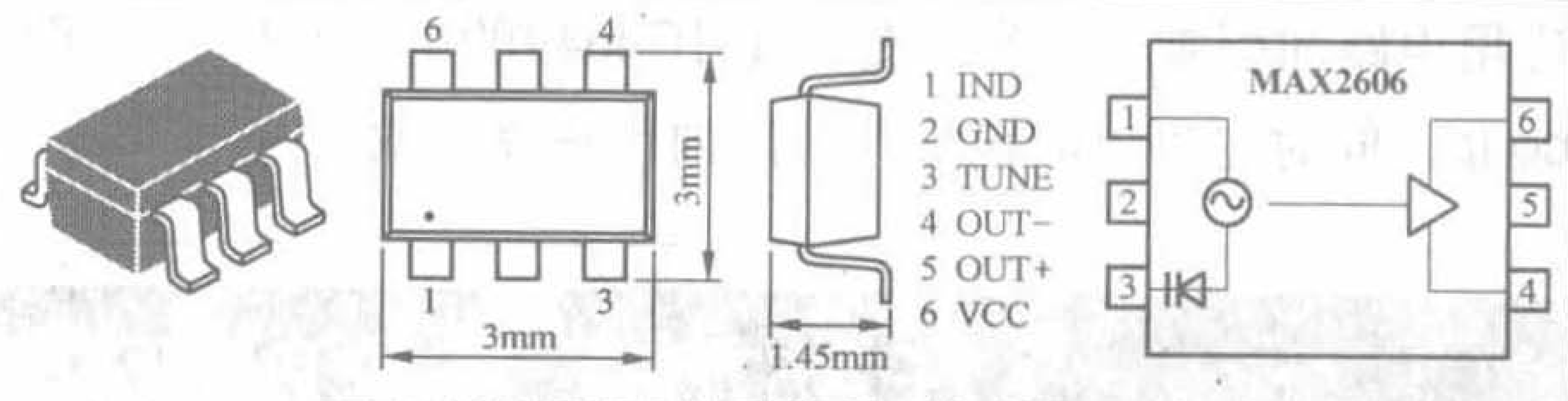


图1 MAX2606的引脚排列与外形尺寸图

MAX2606属于Maxim推出的MAX260x系列FM发射集成电路的一种，发射频率范围是70MHz～150MHz，同系列的其他型号还包括MAX2605（45MHz～70MHz）、MAX2607（150MHz～300MHz）、MAX2608（300MHz～500MHz）和MAX2609（500MHz～650MHz），括号里是该型号的IC能够适用的发射频率范围。

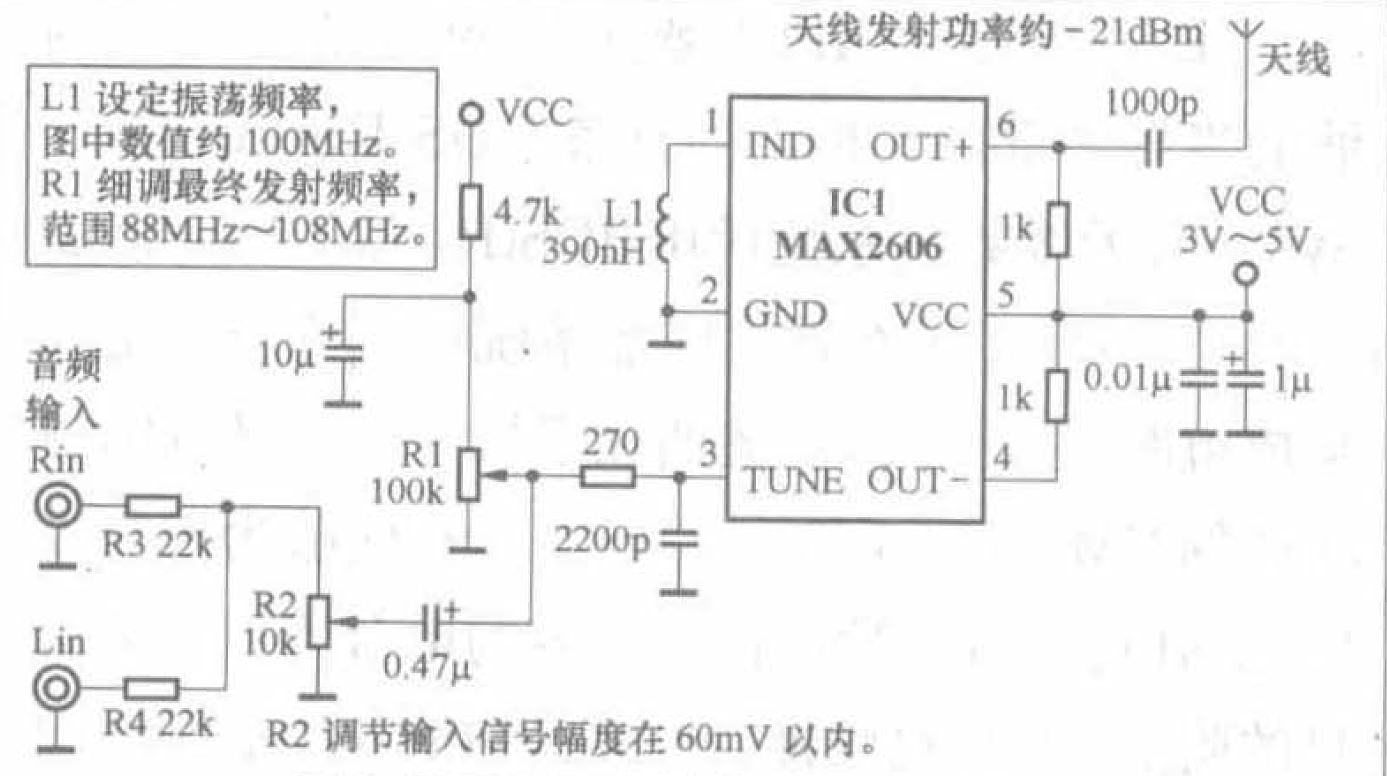


图2 MAX2606的典型应用原理图

附表 MAX2606的主要技术参数
（T_A=+25°C）

一般中文含义	单位	典型值
工作电压（范围）	V	2.7～5.5
工作电流	mA	3.6
总输出电流	mA	1
TUNE端吸收电流	nA	0.03
振荡频率范围	MHz	500～650
振荡频率精度	%	−0.5～+3.8
	%/V	14.5
单端输出功率	dBm	−10
Phase Noise	dBc/Hz	−93
Even-Order Harmonics	dBc	−30
Supply Pushing	kHz/V	720

MAX2606采用6引脚的SOT23封装，工作温度范围是－40℃～＋85℃。它的内部电路示意图、引脚排列和外形尺寸参见图1，主要技术参数见附表，典型应用原理图参见图2，电子数据手册可以从www.maxim-ic.com.cn下载。

THG4649：双通道FM发射集成电路

THG4649是THine电子公司面向无线音频应用推出的FM发射集成电路。THG4649同时采用了硅锗(SiGe)双极型半导体工艺和BiCMOS半导体工艺技术制造，所有可能影响声音质量的电路都采用硅锗(SiGe)双极型半导体工艺设计，而逻辑控制电路则采用BiCMOS工艺进行设计，从而改善声音质量，获得70dB的FM信号调制的信噪比(SNR)，使便携无线音频传输的质量接近“调频广播电台的音质”。

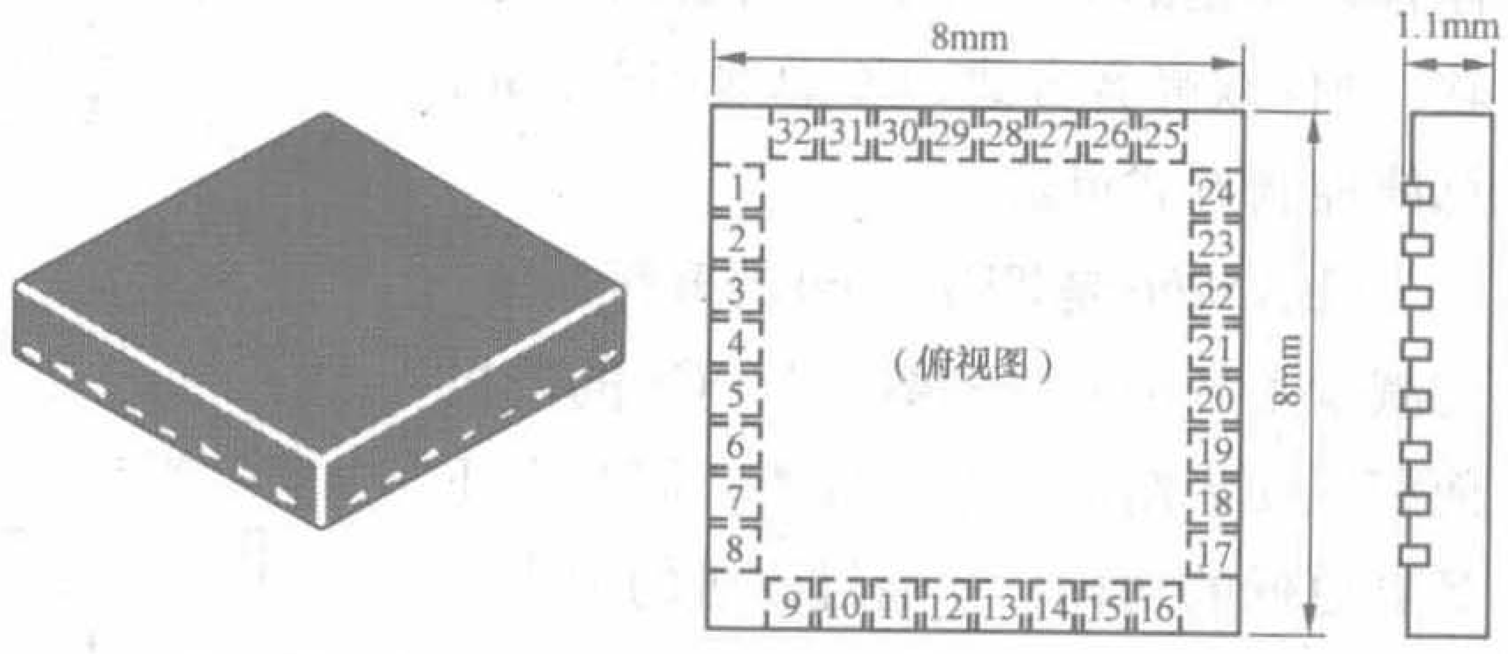


图1 THG4649的实物外形、引脚排列与外形尺寸图

典型应用条件下THG4649不需要外部VCO(压控振荡器）和射频功率放大器，对不同特性的天线有广泛的适应性，由于外围元件非常少，布线也非常容易。另外如果外接了射频功率放大器，则可以提高发射功率。

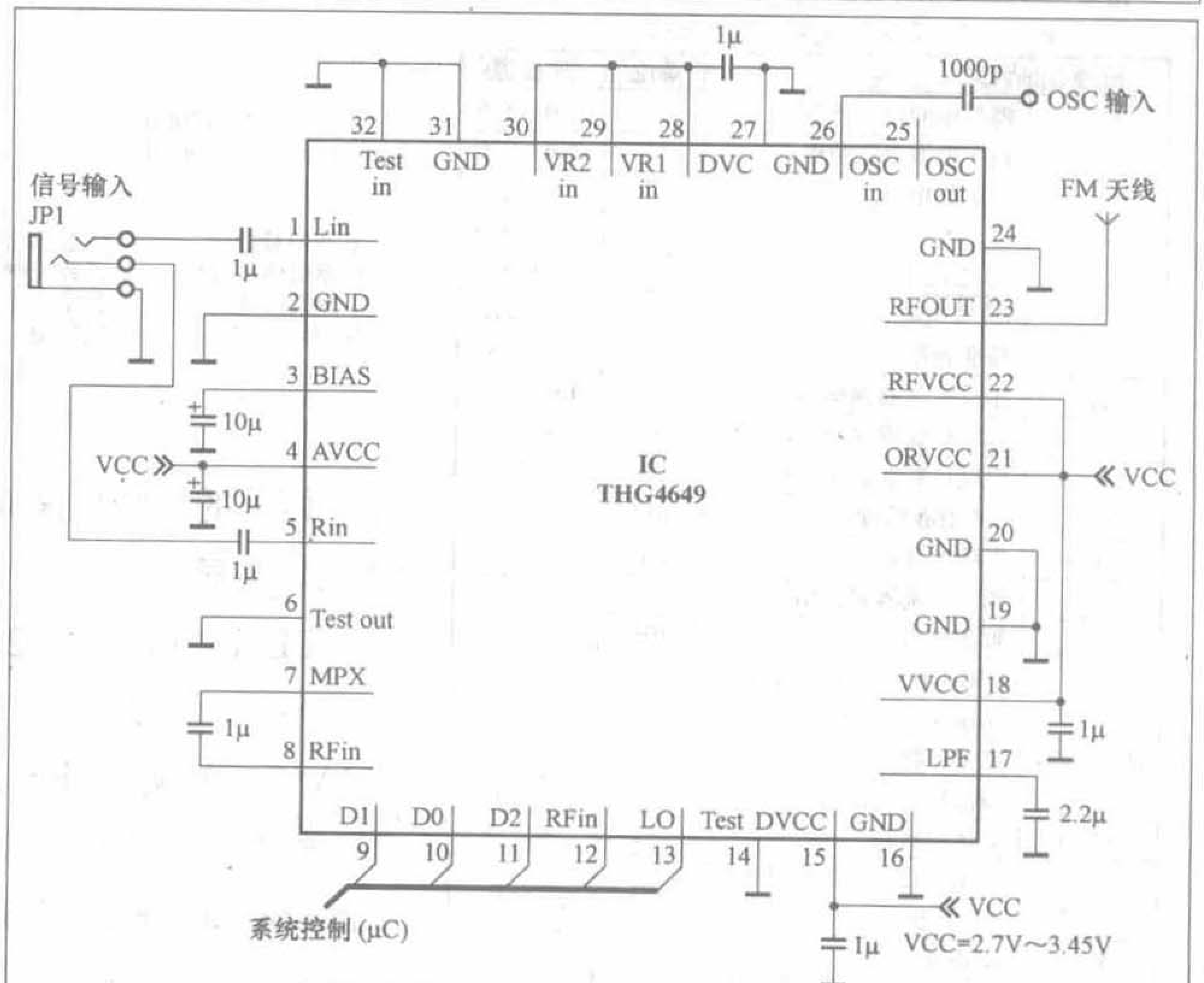


图2 THG4649的典型应用原理图

针对全球不同地区的FM广播传输频段采用不同的状况，THG4649有三个型号以适应不同应用：适用于76MHz～90MHz频段的THG4649L，适应于87.5MHz～108MHz频段的THG4649H，及其适用于80MHz～100MHz频段的THG4649M。

附表 THG4649H的主要技术参数
（T_A=+25°C）

参数说明	典型值	单位
工作电压范围	2.7～3.45	V
工作电流范围	18～29	mA
待机电流	1	μA
调制器失真度	45	dB
分离度	40	dB
信噪比	70	dB
发射频率范围	87.5～108	MHz
发射功率范围	+5～−17.5	dBm
可接收外部时钟频率	10～44	MHz

THG4649 采用无引线的32端子的QFN封装，它的引脚排列与外形尺寸参见图1，主要技术参数见附表，典型应用电路和引脚名称参见图2。THG4649的电子数据手册可以从THine的网站通过电子邮件申请，网址是www.thine.co.jp，同时也可以向该公司的国内代理商索取。

TEA5766：具备RDS功能的FM接收集成电路

TEA5766是NXP(恩智浦半导体，前身为飞利浦的半导体部门）推出的具备RDS(Radio Data System，无线数据系统)和RBDS(Radio Broadcast Data System，无线数据广播系统)功能的FM接收集成电路，适合手机制造商在手机中加入具有RDS功能的FM 收音系统。RDS是一种能够为用户提供包括电台名称、歌曲信息在内的电台节目相关信息的附加FM广播功能，90年代初期开始成为欧洲汽车收音机的一项标准功能。

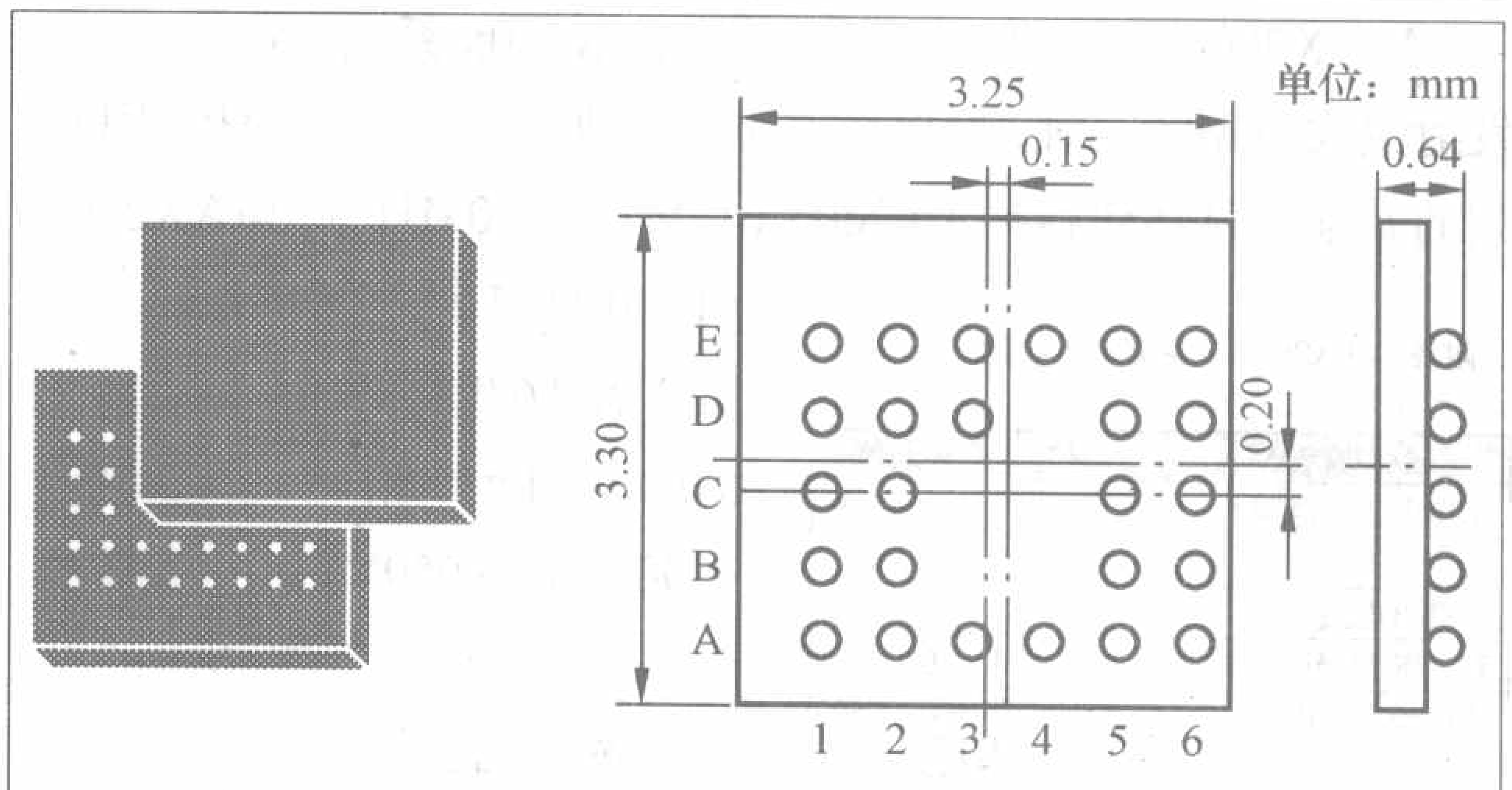


图1 TEA5766的实物外形、引脚排列与外形尺寸图

TEA5766采用高灵敏度低噪声射频放大器，PLL电子调谐方式，集成射频AGC，能够适应欧美（87.5MHz～108MHz）及其日本（76MHz～90MHz）FM调频波段，并能接收108MHz以下频段的电视伴音，完整的FM中频调制解调单元，软、硬件双静音方式，I²C总线和3线SPI总线控制方式可选。

TEA5766是TEA5764的升级版本，它减少了外围元件的数量和PCB的占板面积以便为制造商节省成本，同时它还具有更低的功耗，并通过改进的单声道和立体声的信噪比来向用户提供更高音质，特别是在信号弱的情况下的改进尤为明显。

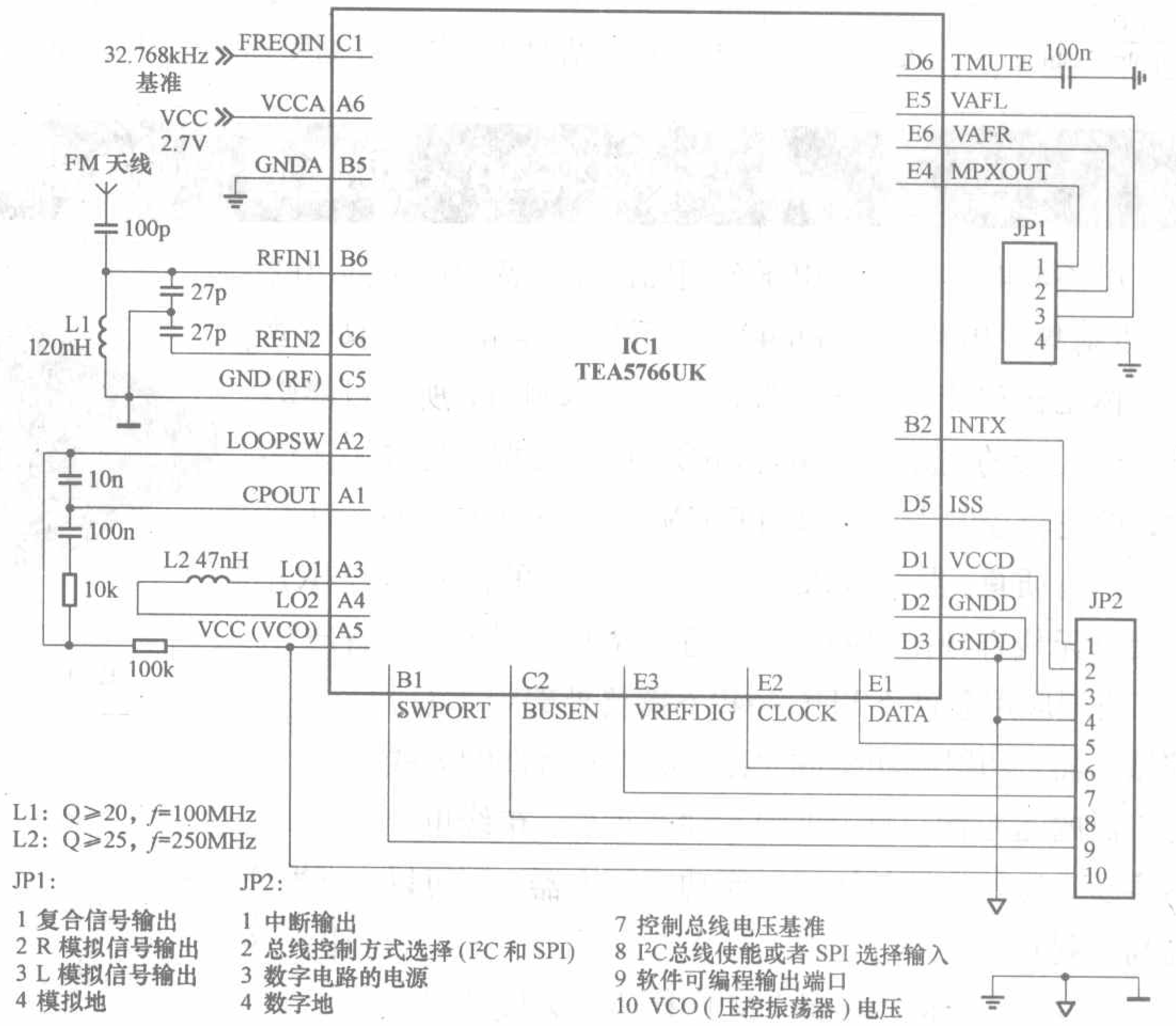


图2 TEA5766的典型应用原理图

TEA5766采用25焊球的无引线的WLCSP25封装，外形尺寸为3.3mm × 3.25mm × 0.6mm，适用于－40℃～＋85℃的工作环境。TEA5766的实物外形、引脚排列与外形尺寸参见图1，主要技术参数见附表，典型应用电路见图2，其电子数据手册可以从www.nxp.com/acrobat/datasheets/TEA5766UK_1.pdf下载。

附表 TEA5766的主要技术参数

（V_{CC}=2.6V～3.6V，T_A=-40℃～85℃）

符号	含义	单位	典型值
V_{CCA}	模拟电源电压范围	V	2.6～3.6
V_{CCD}	数字电源电压范围	V	2.6～3.6
I_{CC}	总工作电流	mA	≤18.5
V_{CC}	V_{CO}电压范围	V	2.6～3.6
$V_{VREFDIG}$	E3端电压	V	≥1.6V
$I_{VREFDIG}$	E3端电流	μA	0.5μA
f	基准频率	kHz	32.768
f_{VCO}	压控振荡器频率范围		150～217
t_s	频率合成器建立时间	ms	≤50
N_{IFc}	中频计数器数据位长	bit	7
S/N	FM射频信噪比	dBA	≥45
f_C	中频滤波器中心频率	kHz	221
R_O	调制解调器输出阻抗	Ω	350
$\alpha_{cs(stereo)}$	解调分离度	dB	≥27
f_{-3dB}	−3dB频响低端≤20Hz，高端≥15kHz		
$(S+N)/N$	立体声状态	dBA	≥49
$\alpha_{resp(sp)}$	假信号抑制能力	dB	≤−60
THD	立体声状态	%	≤1.5
α_{AM}	L=R，IEC去加重滤波器，A−计权	dB	≥40
V_{sens}	RDS灵敏度	μV	14
f_C	RDS中心频率	kHz	57

锂电池及其充电电路漫谈(上)

文/吴红奎 吴红静

锂元素是最轻的一种金属元素，化学性能在金属元素中也最活泼，其化学符号为Li，英文名称是lithium，采用含有锂元素的导体材料(离子化合物、聚合物)作为电极材料的锂电池是现代高性能电池中的姣姣者，技术和市场两大领域都视其为现有各类电池的最好替代者之一，成为技术研究者、产品生产和销售者以及消费者共同追捧的热点。

一、锂电池

手机中的电池是可充电的锂电池，更准确地说是锂离子电池。可充电电池又称为二次电池，是能够通过充电或者添加能量物质的方法进行重复使用的电池。与其对应，不可充电的电池称为一次电池或者原电池，如我们过去常用的“干电池”。目前二次锂电池均属于锂离子电池，所以下文除非特别说明，锂离子电池也都是指二次锂电池。如果从1991年索尼公司将锂离子电池成功商品化算起，一次锂电池的应用历史要长得多，目前的应用也很广泛。来自商务部出版的出口产品指南的数据表明，包括一次锂电池在内，我国2004年一次电池的生产数量大约是二次电池的10倍。需要说明的是一次电池也不是完全不能重复利用，如果充电方法得当，重复几次还是可以的，只是相比较可以反复充电500次甚至更多次数的二次电池来说，微不足道罢了。

锂电池的种类相当繁杂，表1是目前常用的锂电池和锂离子电池分类简表。

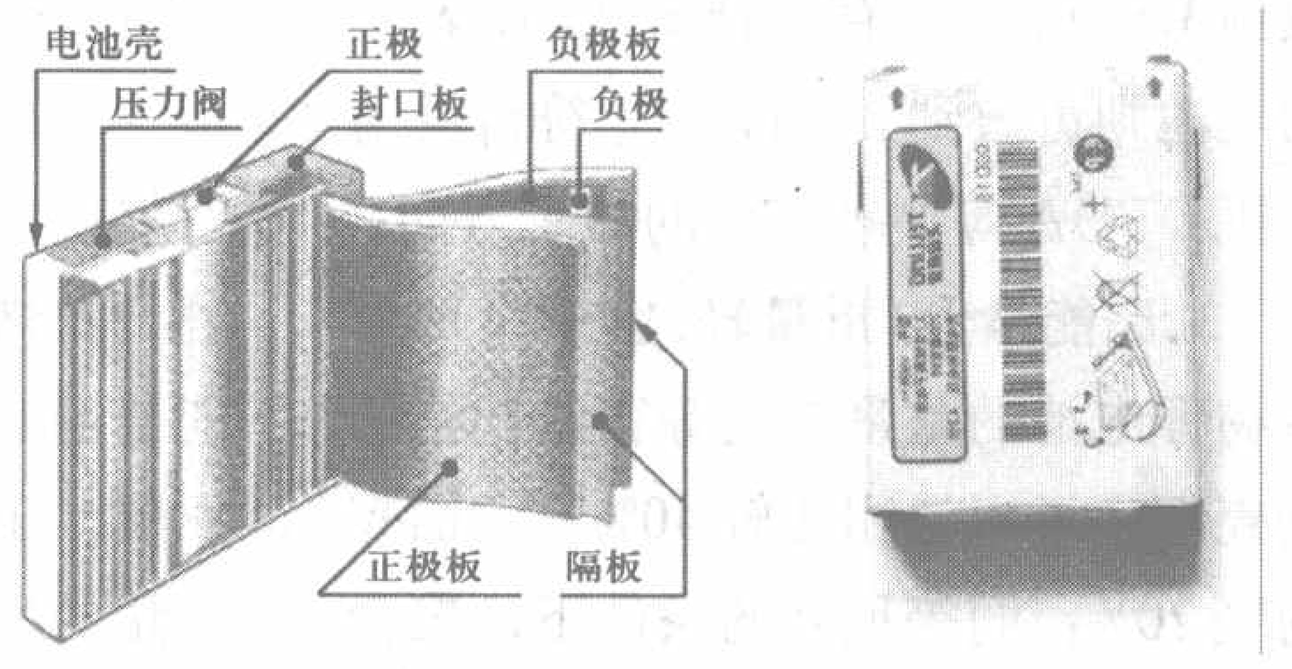


图1 液态锂离子电池结构简图和实物

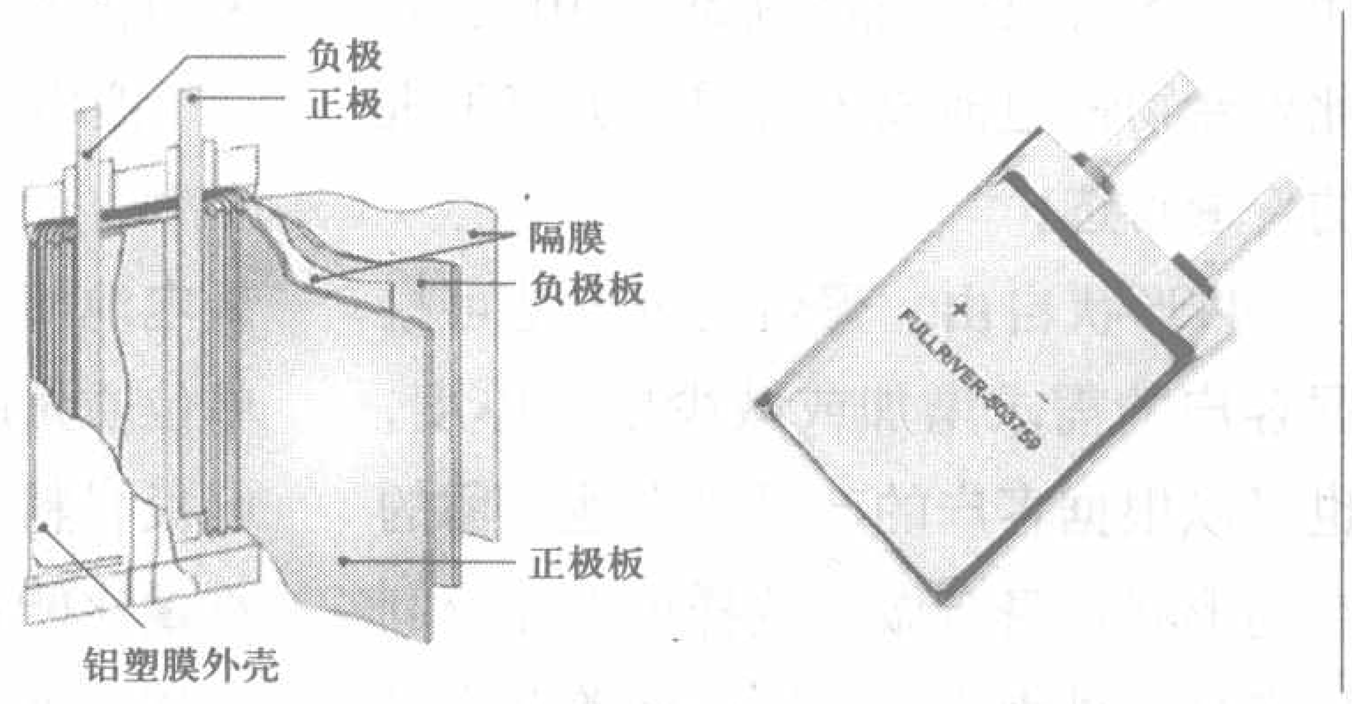


图2 聚合物锂离子电池结构简图和实物

其他已经商品化的锂电池还有锂二氧化硫电池（Li－SO_2）、锂氧化铜电池（Li－CuO）、锂聚氟化碳电池（Li－(CF)n）、锂聚乙烯电池等。锂电池的型号也多种多样，以圆柱型、方型、扣式硬币型为主，我国生产的锂电池主要是圆柱型和扣式锂锰电池和锂亚电池，电池容量从几十毫安时到几百安时不等。锂电池型号的命名方法很多国家已经标准化，但具体细则各国并不相同。

聚合物锂离子电池(Li–Poly或者LIP)与液态锂离子(Li–ion)电池是目前小型锂离子电池中最常用的，锂离子电池目前都是基于锂离子在电场作用下在正负极之间来回迁移的机理（有资料称为“摇椅式电池”），所以通常分别简称它们为聚合物锂电池与锂离子电池，下文没有特别说明也是如此。日常生活中，还有“锂聚合物电池”、“固态锂离子电池”等很多称呼，其实它们都是锂离子电池。

聚合物锂电池与液态锂离子电池最根本的区别在于二者所采用的电解质不同，聚合物锂电池采用了属于杂环类高分子聚合物的凝胶状电解质，所以聚合物锂电池内部没有游离电解液，能够从很大程度上消除液体电解质电池的漏液问题，因此可以使用铝塑膜等软包装材料，同时也降低了温度异常带来的电池爆炸危险。图1和图2显示了两种锂离子电池的结构和实物外形图。

与锂离子电池相比，聚合物锂电池的主要优点是：

1.安全性能更好。聚合物锂电池

表1 锂电池的简单分类表(参考了国家商务部出版的《出口产品指南》中的分类方法。)

分类	品种	性能简介
一次锂电池	锂二氧化锰电池（Li–MnO_2，简称锂锰电池）	内阻最小，比能量约250Wh/kg左右，年自放电率≤2%，广泛用于便携设备的常规能量供应，报警、应急系统的长期待机电源以及电子仪器设备的记忆电源等，如电脑主板、数码相机等
	锂亚硫酰氯电池（Li–$SOCl_2$，简称锂亚电池）	比能量最大，约400～1000Wh/kg，放电曲线比较平直，年自放电率≤1%，是锂锰电池的理想替代者，能以微电流连续长时间工作，并能提供大电流和大脉冲电流，工作时间可长达8年以上，根据用途不同可分为能量型、功率型、高温型等不同类别
	锂－碘电池（Li－I_2）	安全性最好，放电电压稳定可靠，内阻大，储存时间3年以上、年自放电率≤2%，常用于扣式电池，用作各种便携设备的备用电源
（小型）二次锂离子电池	液态锂离子电池	参见下文说明
	聚合物锂离子电池	参见下文说明

在结构上可以采用铝塑软包装，有别于锂离子电池的金属或者硬塑料外壳，一旦发生安全隐患，锂离子电池液态电芯容易爆炸，而聚合物电芯最多只会气鼓。

2.**厚度更薄**。锂离子电池的厚度做到3.6mm以下存在技术瓶颈，聚合物电池则可做到1mm以下，符合目前手机、PDA等便携产品的需求方向。

3.**比能量大(重量轻、容量大)**。聚合物锂电池的重量与同等容量规格的钢壳锂离子电池相比轻40%，比铝壳的轻20%；同等尺寸的条件下，聚合物锂电池的容量比钢壳锂离子电池高10%~15%，比铝壳的高5%~10%。因此聚合物锂电池成为目前新上市手机的普遍首选。

4.**形状自由**。聚合物锂电池可根据客户的需求增加或减少电芯厚度，也可以根据客户的产品为电池预留的空间形状量身定做，这样可以充分利用产品的外壳空间，更好地兼顾产品在续航、待机时间和体积外观上的要求。

5.**对保护电路的要求降低**。聚合物锂电池电芯不易起火、不易爆炸，电芯本身具有很高的安全性，因此聚合物电池的保护线路设计可考虑省略PTC（热敏电阻）和保险丝，保护板设计相对简单，可以降低电池的整体成本。

6.**放电特性好**。聚合物锂电池的放电特性相对比较平稳，采用此类电池的产品，其供电管理电路可以大大简化从而降低总体成本。

不过与锂离子电池相比，聚合物锂电池的内阻要稍高一些，所以瞬间大电流的供给能力较弱，锂离子电池在动力型电池等大容量领域仍然颇有前途，如电动汽车、电动自行车等。

在小型二次电池中，锂电池与镍镉、镍氢可充电电池相比可谓后来者居上，它的综合性能远远超过后两者，更不用说其他二次电池了。锂电池具有比能量高、放电电压稳定、工作温度范围宽、自放电率低、循环使用寿命和储存寿命都比较长、无记忆效应、无重金属污染等诸多优点，目前在笔记本电脑、PDA、无线通信设备、照相机、仪器仪表、卫星以及导弹、鱼雷等军事领域都有应用，缺点是除了对保护电路和充电电路的要求较高以外，价格相对较昂贵，这是目前尚不能普遍应用的主要原因。随着技术的发展、工艺的改进（技术因素）及生产量的增加（市场因素），锂离子电池的价格将会不断地下降，应用上也会更加普及。

锂电池的最大特点是比能量高，那么，什么是比能量呢？比能量是衡量电池相对容量的重要参数，它表示单位质量的电极材料或者单位体积的电极材料所能转换的电量，分别称为重量比能量和体积比能量，单位分别是Wh/kg（瓦时/千克）和Wh/L（瓦时/升），因为kg和L分别是表示质量和体积的单位，特征明显，所以实际应用中常被统一简称为比能量，用单位来区分是哪一种比能量。与此类似的还有一个常用参数就是比容量，也包括重量比容量和体积比容量，分别表示单位质量电极材料和单位体积的电极材料所能转换的电池容量，单位是Ah/kg和Ah/L，对于小容量电池，有时也用mAh/kg和mAh/L表示。比容量没有引入单节电池的开路电压作参考，难以真正反映电池储存能量的能力，如镍氢电池的比容量就比锂电池高，所以用比能量的参数来衡量电池的容量更客观一些。举例来说，同样尺寸的800mAh的5号电池，镍镉电池的额定电压为1.2V，其能量为0.96Wh(1.2V × 0.8Ah)，锂电池的额定电压为3.6V，则其能量为2.88Wh，锂电池的比能量是镍镉电池的3倍，但是这两种电池的体积和容量都是相同的，比容量是相等的。

目前用锂电池取代在电动自行车上广泛使用的铅酸蓄电池的呼声日渐高涨，不过从性价比来看，价格和性能适中的镍氢电池似乎更合适。虽然已经有数十安时的动力型的锂电池上市，但未来不长的时间内，锂电池可能还是主要用于便携设备。表2列出了目前三种常见的二次电池的简单对比，供参考。

单节电池的开路电压只与电池的种类有关，如电池的种类、电极和电解质材料等，要获得更高的电压只有通过多节电池串联，实际的商品一般是加上牢固的外壳，从外部看似乎还是一节电池，所以很多资料都把内部串联或者并联的电池称为电芯。二次电池的一个共同特点是：其端电压可以正确地反映出电池的储电情况，一般通过监测电池的端电压来控制充电过程；二次电池的另一个共同点是对过度充电敏感，锂离子电池尤其如此，为了确保二次电池在充电过程中的安全，充电电压应该必须严格地控制在V_H（最高充电电压，参见表2）电压以内，否则就可能会造成电池因过充电而损坏的危险。

表2 三种常见小型二次电池的性能对比（充放电按1C计算）

技术参数	镍镉电池	镍氢电池	锂离子电池
单节电池开路电压 V_S (V)	1.2	1.2	3.6~3.7
最高充电电压 V_H (V)	1.5	1.5	4.2
重量比能量(Wh/kg)	50	65	105~140
体积比能量(Wh/L)	150	200	300
一般充放电寿命(次)	500	1000	500
自放电率（%/月）	25~30	30~35	6~9，部分新产品更低
耐过充电能力	较强	一般	较弱，聚合物类型有改进
有无记忆效应?	有，但新产品已有重大改进	基本没有	正常使用条件下可以忽略
一般放电温度范围（℃）	−20~+60	−10~+45	−20~+60
一般充电温度范围（℃）	0~+45	+10~+45	0~+45
有无重金属污染?	有	无	无

在充电条件说明中常见“0.2C”、“1C”等字样，“C”是什么意思呢？C用来表示单位时间内电池能够连续泻放（放电）或者吸收（充电）电流的能力（Capacity rate），用Capacity的第一个字母表示，可持续放电1小时的电流值即为1C。从理论上说相同条件下充满和放空同样一块电池的时间应该是一样的，而实践上则常常有明显差别，而且我们通常更关心放电的时间，所以“Capacity rate”称为“放电率”似乎更为合适。举例来说，一块电池以1000mAh的放电电流放电时，如果放电的时间可持续1小时，放电率为1C，如以0.2C（200mA）放电，则时间可持续5小时，充电率理论上也可按此计算。需要说明的是，实际应用中即使负载不变，电池的放电电流一般也是变化的，所以上面的例子只是一种衡量和测试方法。

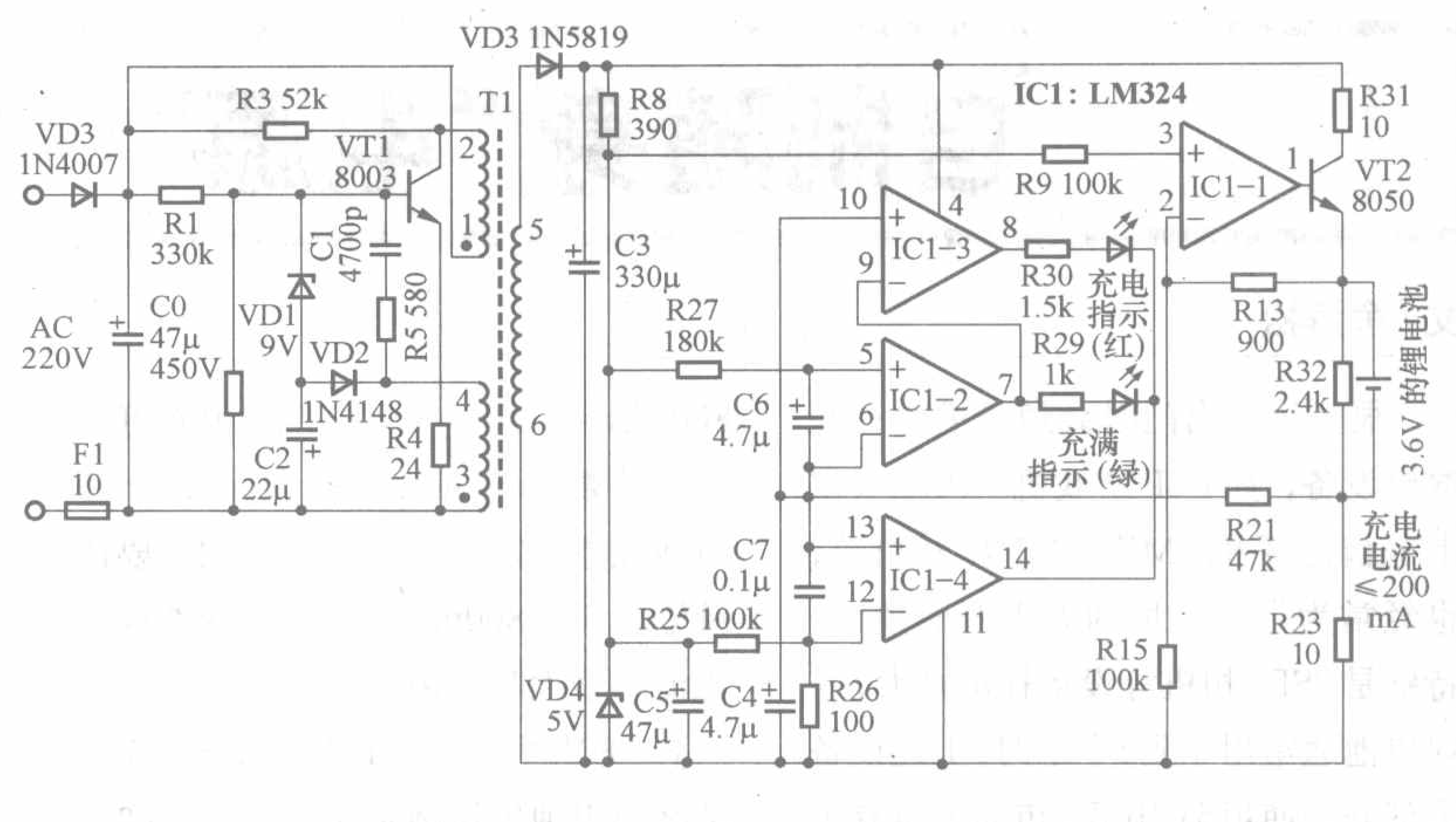


图4 诺基亚8210手机的旅行充电器电路原理图

二、锂离子电池充电电路

二次电池充电的基本模式目前还是“先恒流后恒压”的方式，锂离子电池也不例外。电池需要充电时，其端电压与电池标称开路电压V_S相比已经下降不少，此时开始一般采取一个恒定的电流方式对电池进行充电并不断地检测电池的端电压，随着电池端电压的不断上升，逐渐接近或者达到最高充电电压V_H时，转为恒压方式，即充电电源的输出电压保持在V_H的水平，这时候的充电电流比一般恒流方式小得多，所以有时候也称为涓流充电方式。整个供电过程充电电路还要同时检测充电电流和电池温度，避免充电电流过大或者电池温度异常升高，尤其是充电电流比较大的恒流充电阶段，同时随着充电电流的逐渐减小，减小到一定数值时即停止充电并给出电池充满的指示。图3是一个典型的恒流／恒压充电曲线。

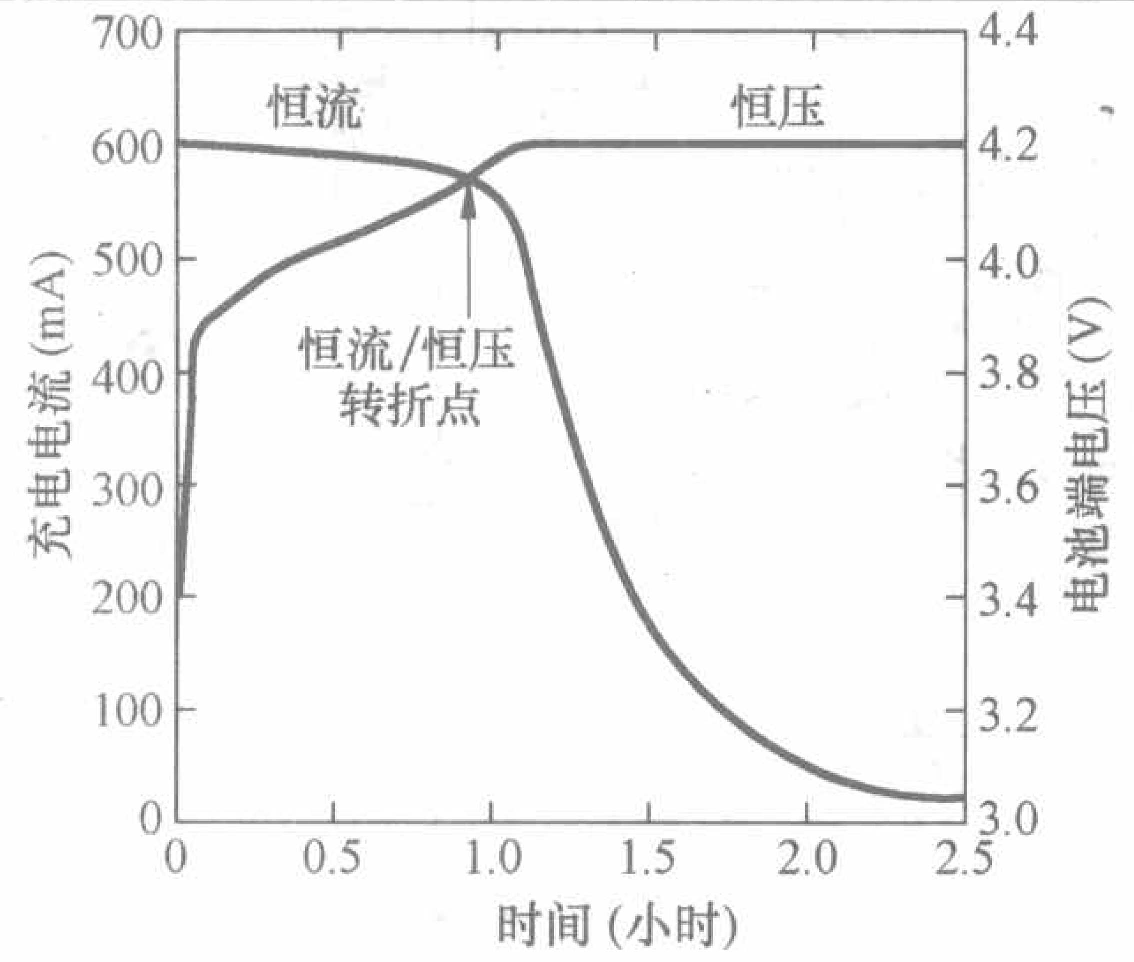


图3 典型的恒流／恒压充电曲线图

实际的充电电路可以由具备恒流／恒压功能的电源电路加上各种保护电路和检测电路组成，可以使用分立元件，也可以采用集成电路，只是电路的复杂程度不同，一些附加功能不同而已。图4是早期的诺基亚8210手机的随机旅行充电器，即我们常说的“座充”，包含由市电转低压直流的电源电路和给电池充电的电路，并未使用专用的集成电路，最大充电电流约200mA，带有充电指示功能，电池充满后会自动停止而不会造成电池的“过充电”。LM324作比较器使用，可以使用专门的四电压比较器，如LM339替换。另外使用PWM组成具备恒流／恒压功能的开关型电路也非常合适，而且效率更高，如常见的TL494等，也可以采用78系列固定三端稳压器或者可调的317系列稳压器接成恒流源方式构成电池充电电路，很多资料已经有详细介绍，这里不再赘述。

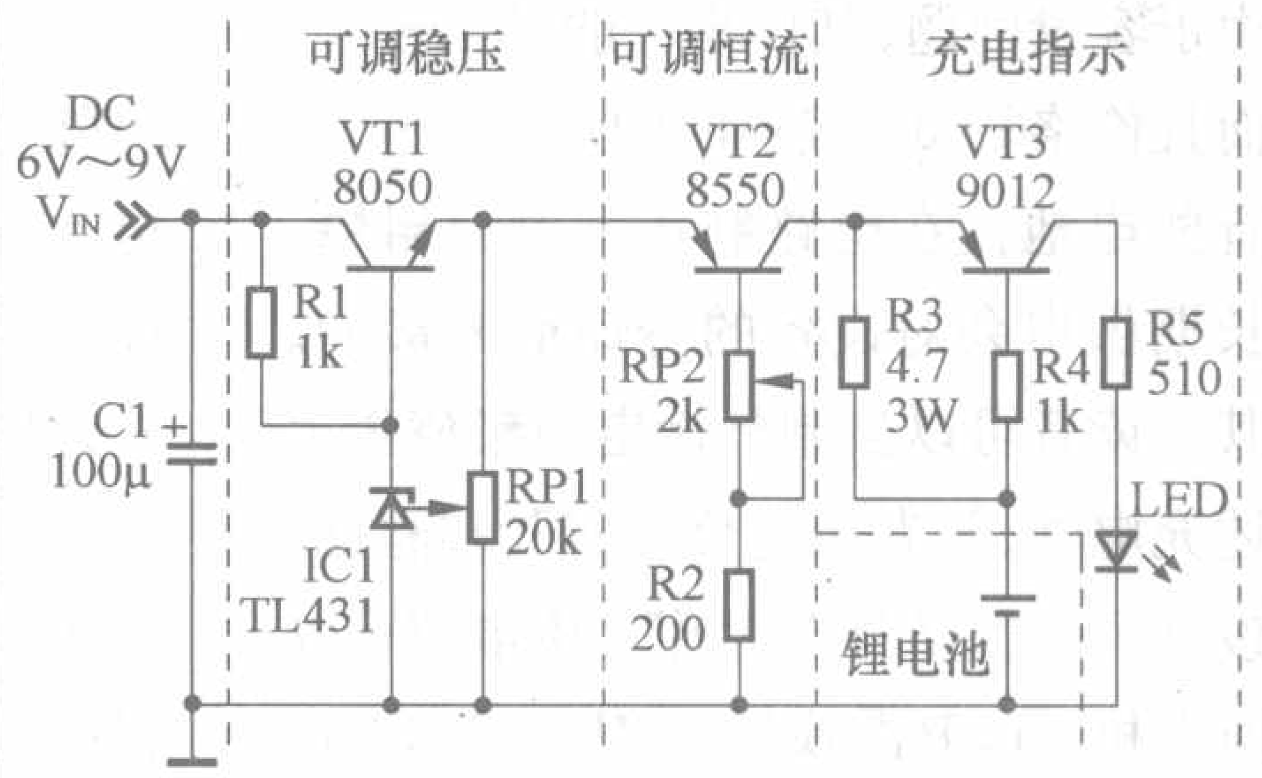
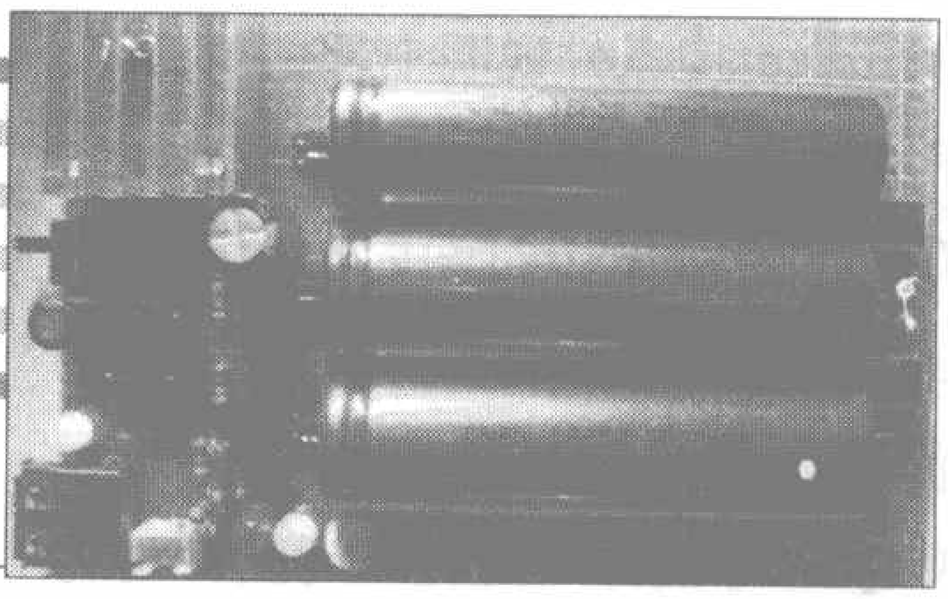


图5 简单的锂电池充电电路

图5是一个由分立元件组成的更为简单的充电电路，非常适合业余条件下的DIY，该电路采用恒流／恒压方式给电池充电，带有充电指示功能，但是没有充满自停功能，调节RP1可以调节充电端电压，调节RP2可以调节充电电流，R3兼作限流电阻和充电状态检测电阻。

针对如何精确控制充电电流、充电电压、充电时间和电池在充电期间的温升等问题，市场上出现了不少专用的集成控制电路，下期，笔者将为您介绍这些电路的特点及应用实例。

自制随身“电源”



文/余滨松

很多读者出门时会随身携带一些数码设备，如PSP游戏机、PDA（掌上电脑）、手机、MP3、MP4、相机等，也经常为带一大堆的充电器而烦恼，特别是PSP、相机等设备耗电量大，一块电池通常用不到3个小时。上述设备大部分是使用5V电源，市面上也有可以提供临时供电需要的电池盒，但是由于容量问题，其体积一般都比较大，而且价格较贵，续航时间过短。另外，有些电池盒在电路制作上过分粗糙，长期供电会对设备的寿命造成影响。其实读者可以自制外接电源来替代上述充电器。笔者通过反复实验和验证，设计了一款随身“电源”，该电源可以对手机、PSP游戏机、MP4、PDA进行充电，续航能力也不错，对PSP可以连续供电超过12小时，体积小巧，电路元器件也容易购买，而且方便爱好者制作，成功率高！在介绍随身“电源”的制作方法前，我们先了解一下目前常见的几种外接电源的实现方法。

1.普通变压器升压方式：该方式采用振荡器方式(老技术)，体积大，效率低下，只有50%的效率，也就是说，电池电量有一半被电路转换成热量消耗了。

2.DC-DC升压方式：该方式的优点是效率高，最高可达85%，但是笔者在这里不推荐这种方式，“挑几根刺”：首先要达到80%的电能转换效率，其电路板的设计和布线非常重要，个人很不容易制作，而且价格太贵了；再则，以下数据应该可代表大部分电路的结果，比如输出有5V/800mA，输入为4.2V锂电池，那么根据公式，假设有80%效率，则5V × 800mA=4.2V × y × 80%，由此可以得出结果y=1190mA ≈ 1.1A。那么锂电池在电压降到3.8V左右，如果要持续输出5V/800mA，那么意味着输入电流得多大呢？由5V × 800mA=3.8 × y × 80%可知，y=1315mA ≈ 1.3A。那么当电池电压降到3.3V左右呢？电流应该会继续增大，而这么大的电流对锂电池是致命的，除了造成电池发热外，还会影响电池寿命，很容易使电池出现问题，使其容量急剧下降，市面上大部分外接电源均是采用这种方式升压到5V的，笔者不推荐。

3.线性降压方式：比如使用三端稳压IC7805等，其缺点是效率低下，只能达到50%(这种电路虽然简单，但很耗电，笔者也不推荐)。

4.DC-DC降压方式，这是笔者重点介绍的方式，这种方式的效率在85%左右，电路容易制作。以下就介绍DC-DC降压方式的电源制作方法。

制作方法

1.需要的元器件

本制作需要锂电芯3块以上，全新2000mAh的18650锂电芯每块25元左右；降压开关稳压器LM2596一个，8元左右，它有5V、3.3V、可调等规格可以选择，购买时候请注意，这是一块DC-DC电路，在输出电感为22μH、输入电压为12V时，效率可以达到80%，推荐购买美国国家半导体的，效率好，输出电压稳定。关于LM2596的资料请查看PDF文件（下载网址：www.national.com/pf/LM/LM2596.html）；22μH/1A电感一个，约1元。其他元器件加起来不到2元钱，可参看图1所示的电路图。

2.电路优点

若图1电路输出要保持5V/800mA，那么3块电芯串联充满电有12.6V，输入电流根据5V × 800mA=12.6V × y × 80%计算，可得y=396mA左右。

当电池快没电的时候，每节电池输出电压在3.3V左右，串联有9.9V，此时的输入电流约为505mA。由此可见，该电路的放电电流始终不大，对电池非常有利。这里需要说明，当效率相同时，电路采用串联降压和并联升压方式，充电时间差不多，但串联

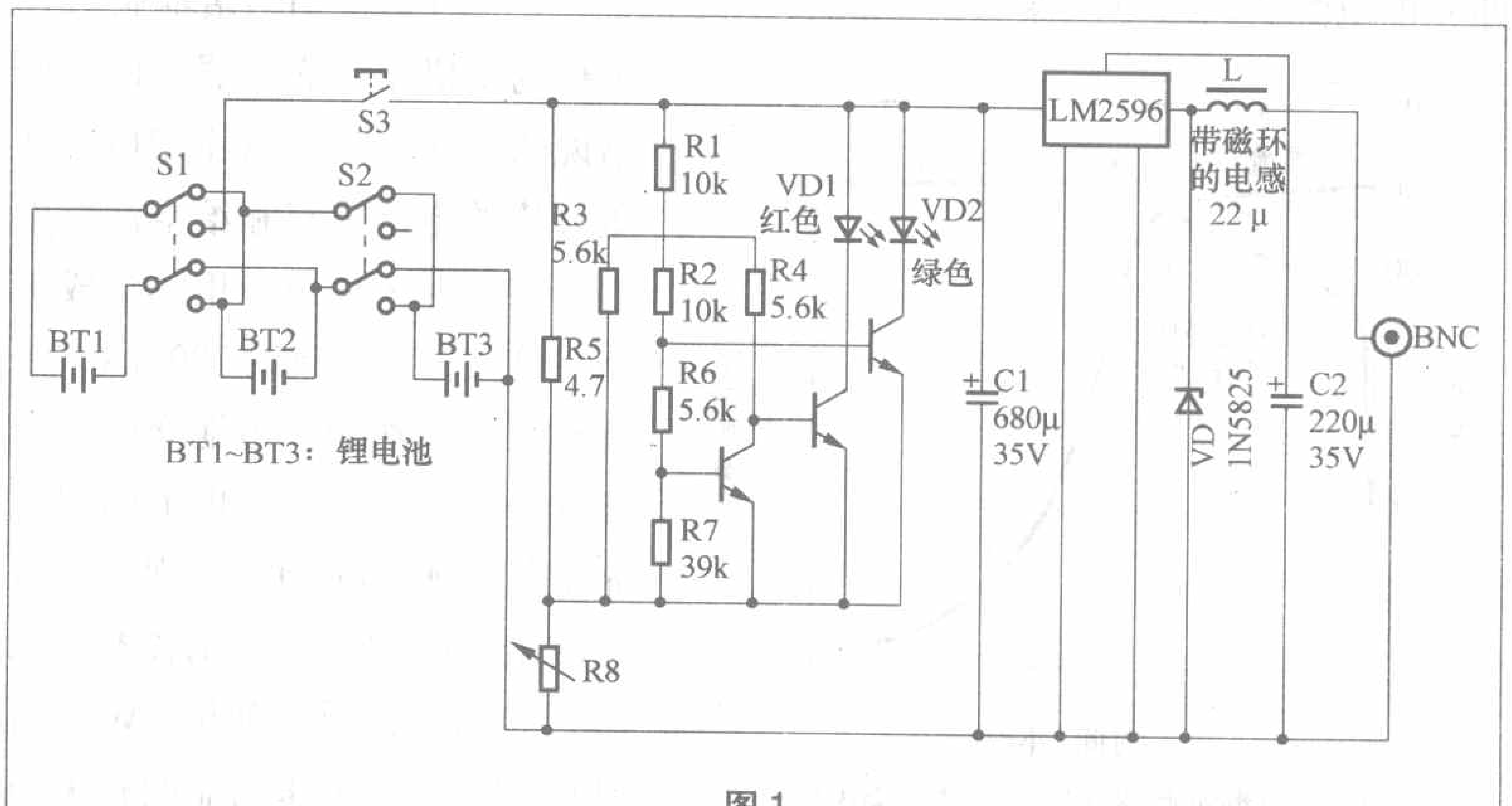


图1

降压设计的目的是为了保护电池，并考虑到了电路发热量及成本。LM2596才8元左右，而通常的DC-DC升压IC却要30元以上，而且不好购买。

3.电路原理

电路图中，调整R8使R5上分压为3V，当电压下降到9V左右，也就是每个电池约为3V时红色LED亮，电压超过10V，绿灯LED亮。如果每个电池均加保护电路，则可去掉电量显示部分。

图1中的两个开关是将电路由串联转换为并联使用，建议使用单个双刀6路开关，由于笔者手边没有这类开关，故用其他开关先代替使用。开关同时向上时为并联状态，可以同时对3块电芯进行充电，充电器可以使用手机随身充（见图2）；开关同时向下，该“电源”就可以工作了，S3打开后，经过DC-DC电路即转为5V输出。该电路再配上必要的转换开关，可以对任何5V设备进行充电和续航了。

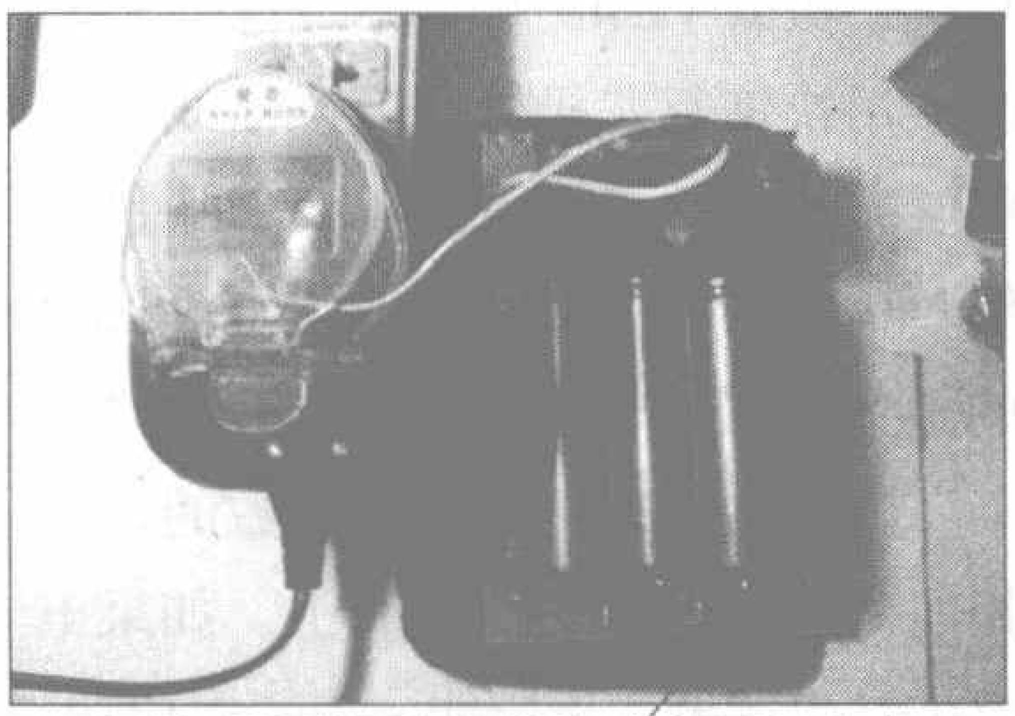


图2 用手机随身充为“电源”充电

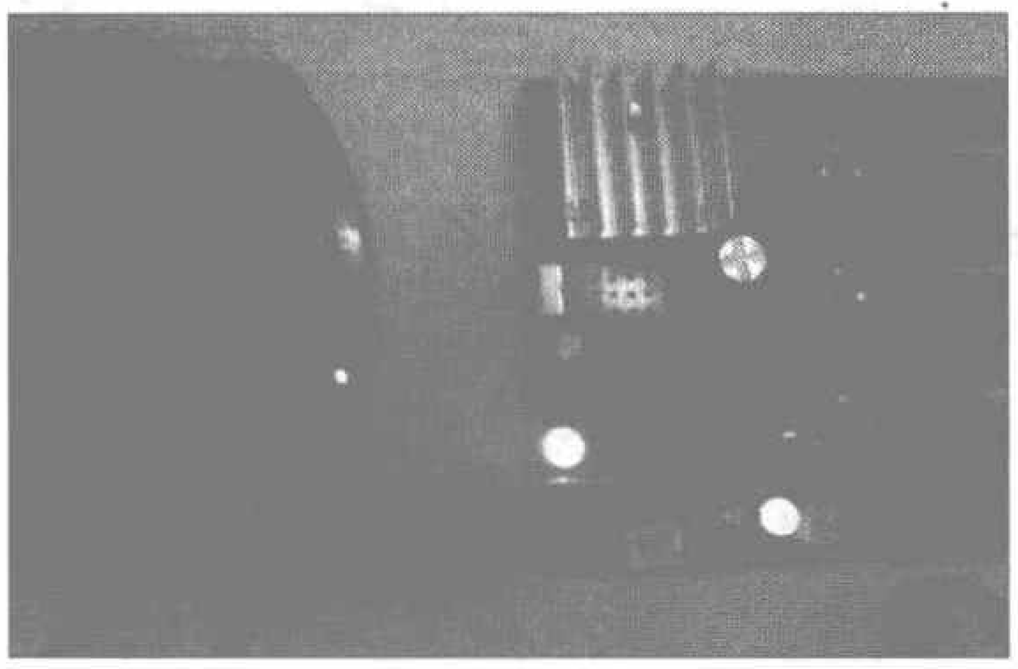


图3 对PSP游戏机进行充电

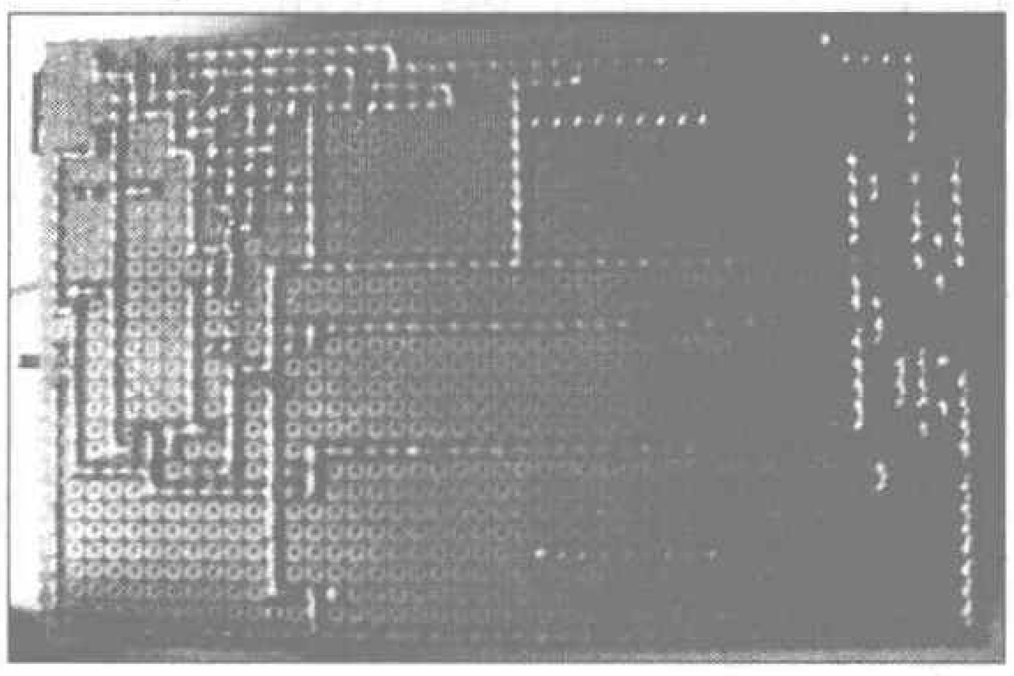


图4

4.验证结果

笔者把该随身电源充满电，利用外出的几天，连续用它对PSP游戏机进行充电（见图3），充电5次后，测试充电器电压，其单个电池电压只剩下3.1V，马上对该“电源”进行充电，除了充电，它还带动PSP游戏机玩了将近3小时！

笔者使用图4所示的万用板制作，电能的转换效率仍然有78%以上。

简化后的电路去掉了电量显示部分，电路如图5所示。该电路中电容最好都用35V的，对高频微波有一定的抑制作用，效果比较好。电路中的肖特基二极管，不可使用普通整流管替换，可用IN5817、IN5819替换。3块锂电芯最好都加上保护电路，以防止过流和过充、过放电。

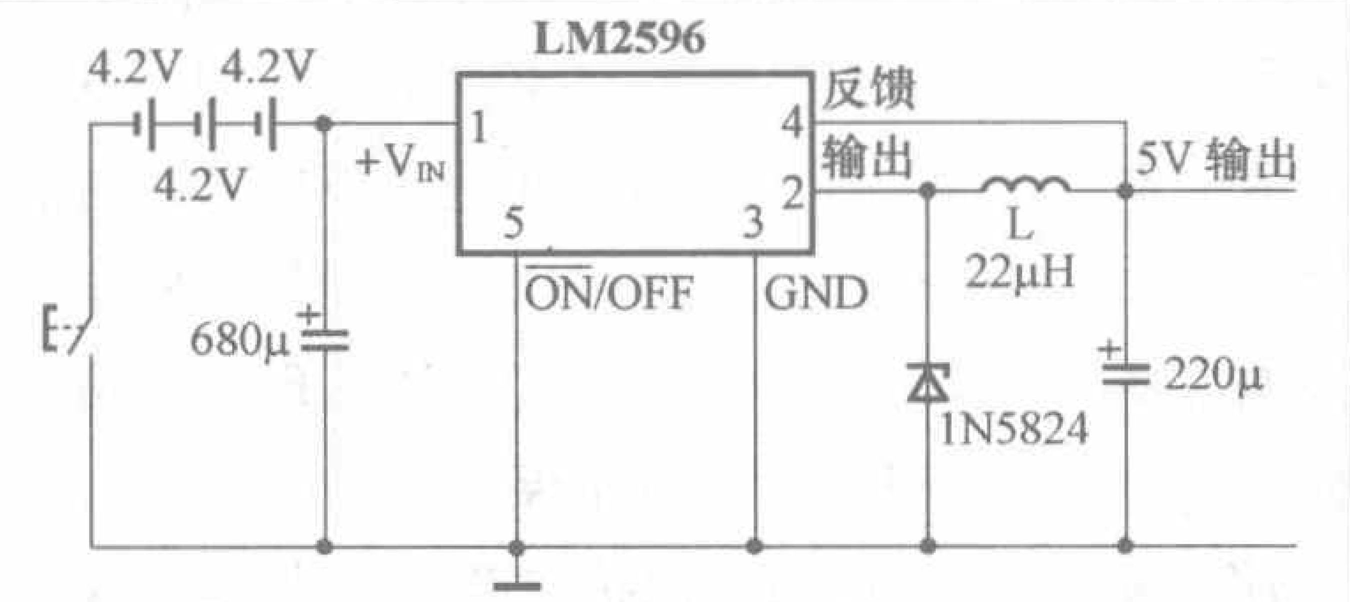
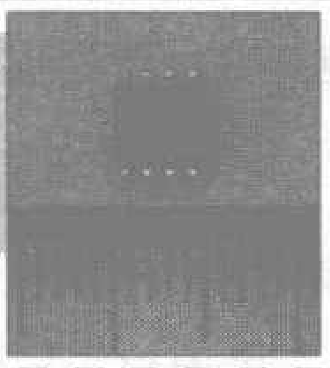


图5

经过对这款自制随身电源的使用，笔者感觉良好，完全可以抛开大堆的充电器出门了！

简单安全的锂电池充电电路

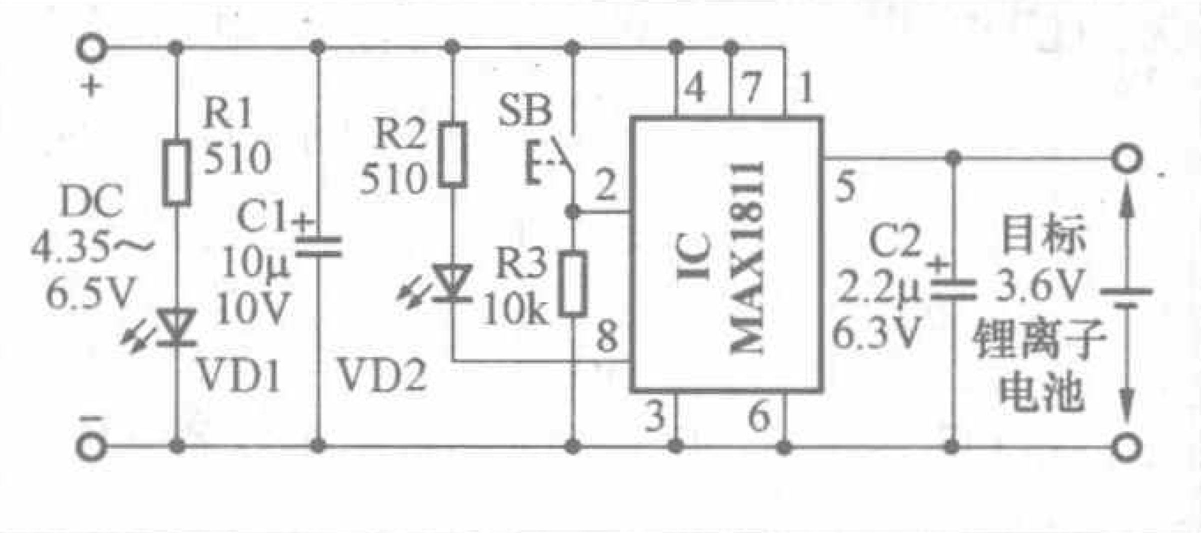


文/虞世舜

锂电池严格的充电要求常常令业余电子爱好者为它制作充电器而犯难。

笔者通过Maxim公司的网站（www.maxim-ic.com.cn）申请到了两片MAX1811ESA的免费样品，参考该公司提供的相关资料后，搭了一个为锂电池充电的电路，经多次给自己的手机锂电池进行充电后，感觉很好用：电路简单——不足10个元件，而且除了IC，其余元件都是常见常用的；使用安全——线路不需要调试，锂电池充电的关键环节全由IC控制，不容易出错。这个充电电路不是针对某种设备（例如某种手机、mp3或数码相机等），而是一款通用的锂电池充电器。

该锂电池充电电路只需要4.35V～6.5V的直流电源便可工作，可以从电脑的USB接口（5V）取电。因为锂电池充电是在恒压、恒流状态下进行的，该电路的充电电流有100mA（图中开关SB断开时）、500mA（图中开关SB闭合时）两挡可供选择。电路允许的最高充电电压也有两挡可以设置，MAX1811的第1脚按附图连接时，最高充电电压为4.2V；第1脚与电源负端连接时，最高充电电压为4.1V。一旦达到最高充电电压时，充电电流就急剧减少，并维持最高充电电压不变，精度达到±0.5%，满足锂电池的充电要求。附图中，VD1作为电源指示，VD2作为充电指示，灯亮表示正在充电，灯灭表示充电结束。实际使用时和常见的旅行充电器一样，需要有一个放置锂电池的仓盒，仓盒有两个可以调节位置的金属片，分别压在锂电池的正负极上，从金属片上引出导线接入本电路。

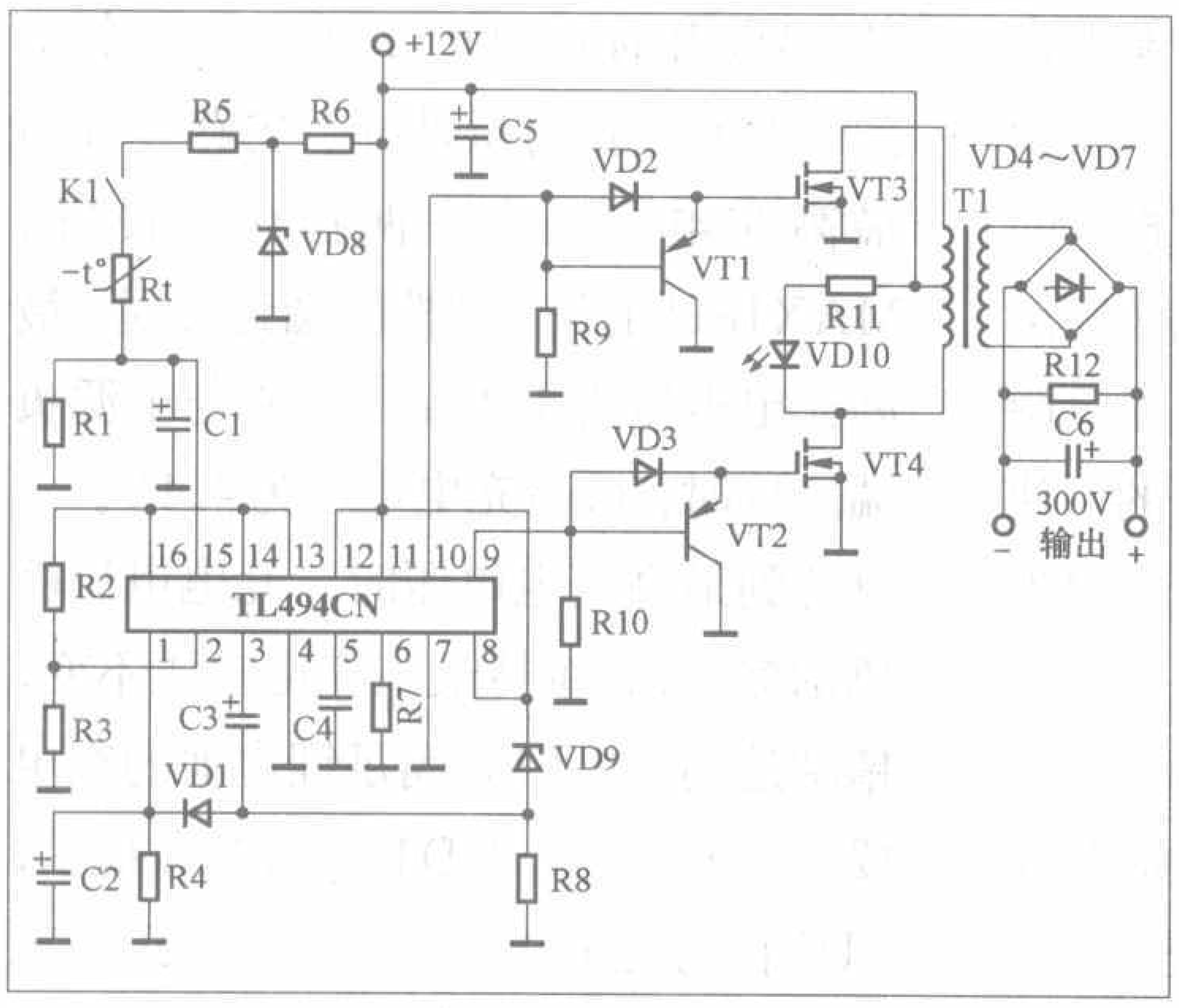


自制车载电源直流变换器

文 / 吴宪龙

现代电子设备中开关电源的应用日益广泛，给直流变换器带来了更多的使用空间。直流变换器比逆变器成本要低得多，在很多地方都可以用直流变换器替代逆变器，如在汽车上使用手机充电器、卫星接收机、笔记本电脑。如果把直流变换器的输出设计成直流300V就和220V交流经整流滤波后的电压相一致了。本文介绍的直流变换器电路简单实用，容易制作，成本低，效率可达96%。在汽车上使用或没有市电的地方使用非常简便。

电路如图1所示。该电路核心器件是脉宽调制控制芯片TL494CN，它是一个开关振荡和稳压控制的集成电路。其9脚、10脚输出相位相反的开关脉冲。分别控制VT1～VT4。当10脚为正脉冲时，VT1截止、VT3导通，VT2导通、VT4截止。9脚为正脉冲时，VT2截止、VT4导通。在变压器的次级产生了被升高的高频电压，再经桥式整流、滤波变成约300V的直流高压输出。集成电路TL494CN的1脚、16脚和2脚、15脚分别是该集成电路内部两个比较器的同相输入端和反相输入端。利用这两个比较器实现该电路的超温保护和过压保护。



附表

元件	参数	元件	参数	元件	参数
C1	22 μF/16V	VD8	9V/0.5W	R8	100k
C2	47 μF/16V	VD9	15V/0.5W	R9	4.7k
C3	47 μF/16V	R1	20k	R10	4.7k
C4	4700p	R2	100k	R11	4.7k
C5	2200 μF/16V	R3	270k	R12	1M
C6	10 μF/400V	R4	4.7k	VT1～VT2	2SA1015
VD1	IN4007	R5	10k	VT3～TV4	IRF3205
VD2～VD3	FR207	R6	1k	R_t	150 Ω
VD4～VD7	RU3N	R7	4.3k		

1.超温保护电路：14脚是集成电路内的5V基准电压。16脚与此电压相连，也是5V，电路翻转的条件就在于15脚的电位是不是低于16脚的5V电压，低于这个电压则电路翻转，输出停止。本电路加入了稳压二极管VD8使超温保护电路不受12V电压下降的影响。常温下15脚电压为 $U \times R1 \div (R1 + R5 + R_t)$，$U$为稳压管VD8的稳定电压，可取9V，计算结果15脚的电压约为5.97V，略高于16脚5V的电位。当功率管出现温度超高时，正温度系数的热敏电阻阻值变大，15脚的电压下降，直到低于5V后比较器翻转，输出停止。

2. 超压保护电路。超压保护电路是由VD9、R8、VD1、R4、C2组成，就是利用TL494CN内部的另一个比较器来完成的，当输入电压超过15V时VD8导通，TL494CN的2脚电位高于1脚电位使比较器翻转，停止输出。这两个比较器翻转都表现在TL494CN的3脚上，比较器翻转后3脚的电位升高，当3脚变为高电位后给C3充电，当导致比较器翻转的因素消失后，C3通过R8放电，因为放电需要一定时间，所以保护电路还能维持一段时间，有利于输出管的安全。

制作过程中比较关键的是高频变压器，笔者选的高频铁氧体磁芯为EI33型，因为本电路的工作频率约为54kHz，这个频率是由TL494CN的5脚上的电容C4与6脚上的电阻R7决定的。因为频率较高，所以二极管要用快恢复的，特别是输出端的4个桥式整流二极管VD4～VD7和VD2、VD3必须用快恢复二极管。变压器线圈的绕制方法是：先用φ0.49mm漆包线绕140匝，作为次级，再用φ0.96mm的漆包线双线并绕6+6匝，中间抽头。

热敏电阻采用正温度系数的，使用时一定要紧贴在功率管上。如果电路安装没问题，肯定能一次通电成功，不用调试。本产品的功率150W，功率管一定要加散热片。电路中的输出端必须接一个1MΩ的电阻R12，有的初学者可能认为没什么用处，其实不然，没有它输出电压会上升到400多伏，会超出输出滤波电容的耐压值。输出滤波电容的选取大一些好，可在10μF～100μF之间选取，这样在输出瞬间短路时电流大，对输出管是一种保护，电路做好后在引出线上串个保险丝就安全多了。如不成功就用万用表测一下3脚电压，正常时不能出现1V以上的电压。**注：本电源变换器输出为直流300V，只适用于供小功率开关电源使用。**

自制可单节或多节充电的镍氢电池充电器

文 / 张晓光

市售的镍氢（NI−MH）电池充电器大多是以2节电池或者4节电池为一组单位进行充电的。一般规定充电时间达到10～15小时视为充满，但并无法判断电池是否真正的充满或出现过充电，对电池十分不利。本文设计制作的充电器具有脉冲、恒压控制充电功能，可对1～4只NI−MH电池进行单节的独立充电，每只电池在充电过程中都有一只LED作为充电及充满指示：LED闪烁发光时为充电状态，LED常亮则表示电池已充满。该充电器还能有效防止电池过充，使用效果颇佳。

1.工作原理

电路由电源供给部分、充电指示部分、限流、检测与控制充电部分组成（图1）。220V交流市电经电源变压器T1变换成9V低压交流电，经VD1～VD4桥式整流后分成两路，一路是未经滤波的脉动直流电压，该电压一方面向IC2提供工作电压，另一方面通过充电控制晶体管VT1～VT4、限流电阻R20～R23向各路的NI−MH电池提供充电电流。不滤波的目的是为了得到100Hz的脉冲充电电流，以便获得良好的充电效果；另一路经电阻R1限流、稳压二极管VD13稳压、电解C1滤波后向IC1供电，同时通过电阻R5限流加在基准电压源IC3（TL431）上以获得2.50V的基准比较电压。IC1（NE555）及R2、R13A、C2共同组成了2Hz左右的振荡器，其3脚输出的方波振荡脉冲经电阻R9～R12限流后分别加到VT5～VT8的基极，控制VT5～VT8的导通与截止。VT5～VT8为充电指示LED发光驱动三极管。IC3的2.50V基准电压经电阻R19、R14A分压后获得的1.43V电压，分别加到4电压比较器IC2（LM339）的同相输入端，IC2的反相输入端分别通过电阻R15～R18接在充电电池BT1～BT4的正端。当电池两端的充电电压低于设定值1.43V时，IC2的4个同相输入端的电压高于其反相输入端的电压，故各个比较器的输出端呈开路状态（LM339输出结构为OC门），对电路无影响，在上拉（偏流）电阻R11～R14的作用下，VT1～VT4导通，9V/100Hz的脉冲电流通过三极管的C→E→R20～R23→BT1～BT4→V−提供充电电流，充电电流的大小取决于变压器的容量与限流电阻R20～R23阻值的大小。在电池充电期间，当IC1的3脚输出高电平脉冲时，VT5～VT8导通，将充电指示发光二极管VD5～VD8的负极接地，而使它们导通发光；IC1的3脚输

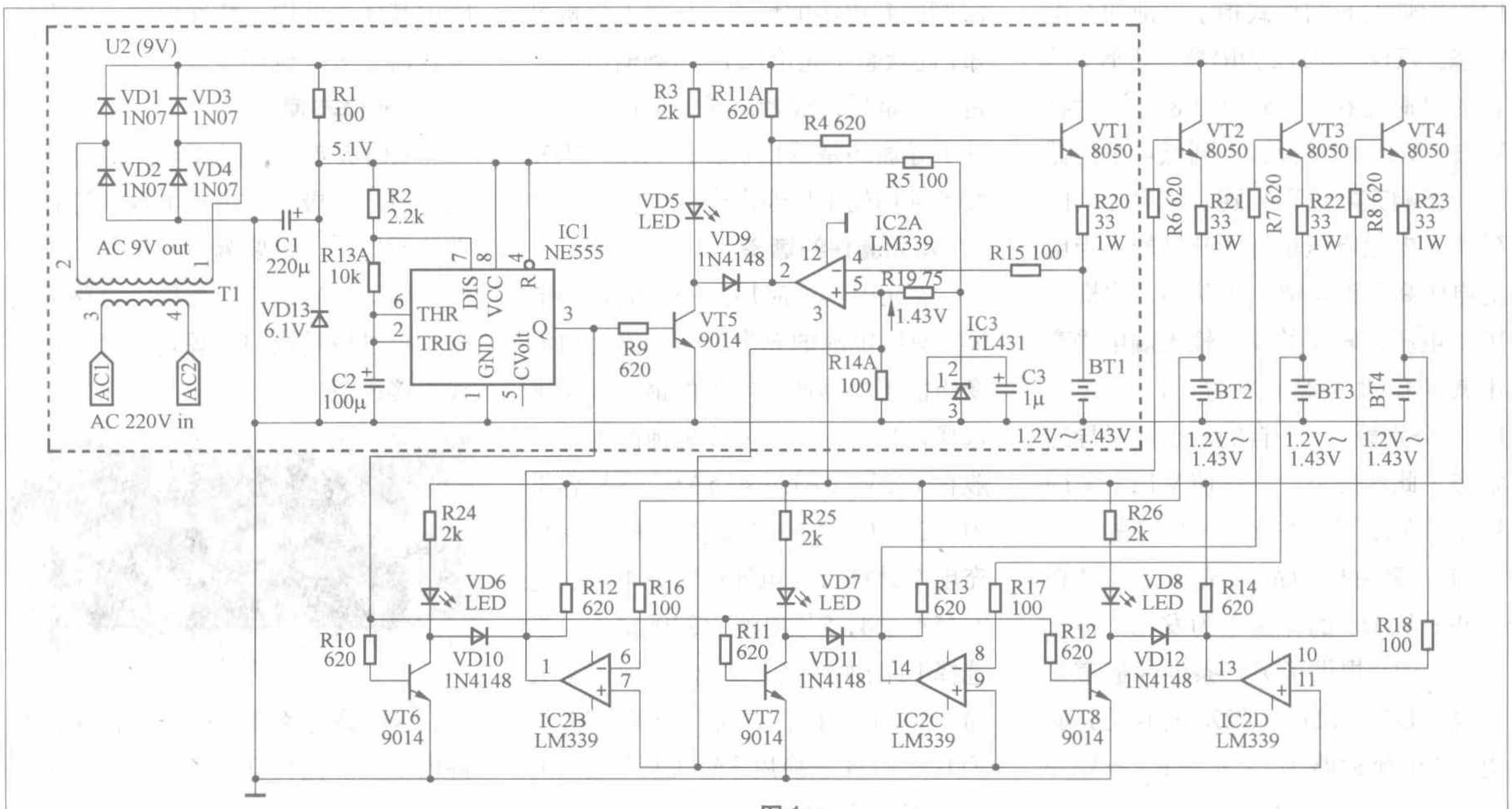
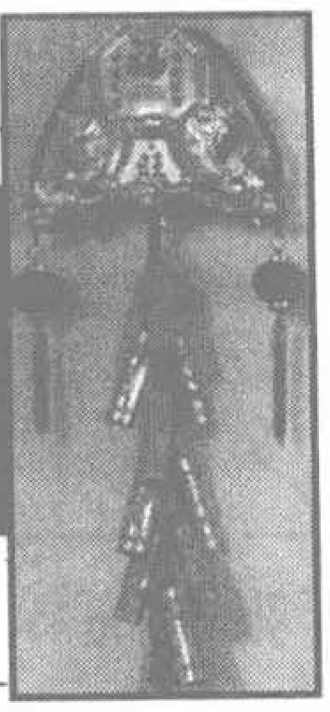


图1



电子鞭炮的设计与制作

文 / 龙安国

本文为读者介绍制作无烟无纸、不污染空气的电子鞭炮的方法，该电子鞭炮在室内外均可“燃放”，而且在生产、储运、销售、鸣放过程中不会产生爆炸伤人事故，是一种安全环保产品。

一、电路组成及工作原理

该产品电路由电源开关、温度控制、炸头三部分组成，详见图1所示。

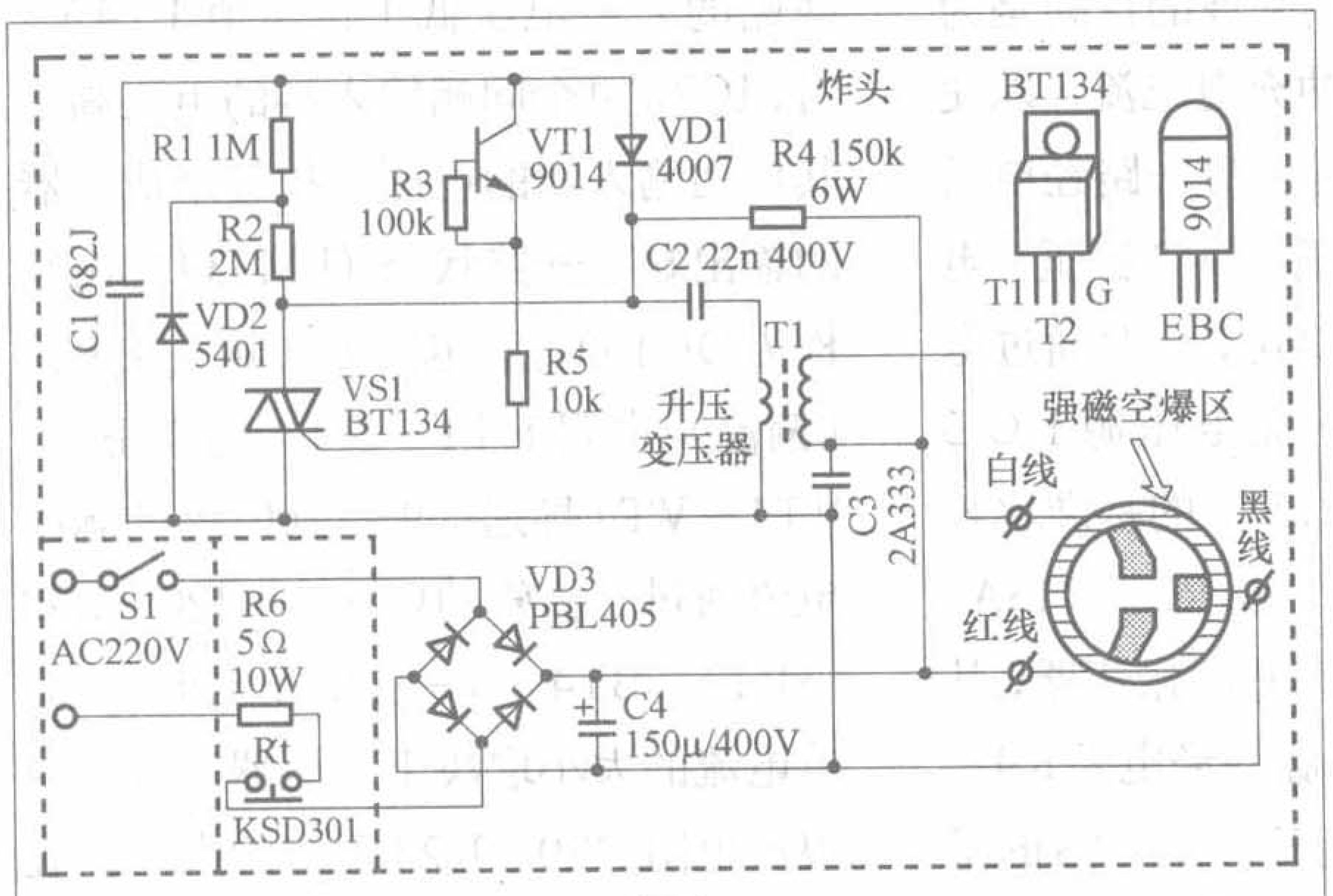


图1

电源开关部分主要由床头开关S1组成，用来控制220V交流电源的通断，从而实现电子鞭炮的“燃放”控制。

温度控制部分主要由温控开关KSD301和水泥电阻R6组成，而且这两个元器件相互紧贴安装，电子鞭炮在“燃放”工作状态时，两个元件的热量相互传递、共同升温，以便更快达到温控开关的动作点，从而实现电子鞭炮超长时间“燃放”时的保护性断开功能。

炸头电路是电子鞭炮的核心结构，主要由整流、滤波、脉冲发生器、脉冲升压、强磁空爆机构组成。其中桥堆VD3(PBL405)将220V交流电进行整流，送给电容C4进行滤波，从而得到300V左右的直流电压，一路直接送到炸头中的强磁空爆机构，另一路送给炸头中的脉冲发生器，以便产生幅度和频率都符合要求的电子脉冲。其中，脉冲发生器主要由电阻R4、R1、

出低电平脉冲时，VT5～VT8截止，VD5～VD8负极悬空开路熄灭，即用LED闪烁发光的形式指示电池的充电状态。VD9～VD12为隔离二极管，其目的是避免在VT5～VT8导通时将VT1～VT4的基极钳位到低电平而截止，影响充电进程。随着充电时间的延续，电池电压是逐渐升高的，当电池电压高于设定值1.43V时，也即当IC2电压比较器的反相输入端电平高于其同相输入端电平时，IC2A～IC2D分别翻转，各自的输出端呈导通状态，此状态下，一是使VT1～VT4截止，阻断了通往R20～R23的充电电流，避免电池的过充电；二是在VD9～VD12的作用下为发光二极管VD5～VD8提供了另一条导通通道来点亮VD5～VD8，指示电池已充满电。其电流通路为：V+→R3→VD5+→VD5－→VD9+→VD9－→IC2A的2脚（//IC2B的1脚//IC2C的14脚//IC2D的13脚）→IC2的12脚回到电源的地端。从以上分析可知，此状态下无论IC1的3脚输出电平是高还是低，或者说无论VT5～VT8处于导通还是截止状态，VD5～VD8发光管均处于导通发光状态。

2.元器件的选择

该充电器适应1号～5号的1～4节NI-MH电池的充电工作，因此电源变压器可根据所充电池的最大容量来选择，如1号NI-MH电池的容量一般在1.2V/3Ah～4.5Ah、5号容量为1.2V/0.8Ah～2.3Ah，以C=1/10充电率计算，1号电池最大充电电流为0.45A×4，5号电池为230mA×4来选择T1的次级最大输出电流。当最大输出电流大于1A时，整流二极管VD1～VD4应换用3A以上大电流的IN5402。充电限流电阻R20～R23的阻值和功率可根据下述两式计算选择：$R=(U2-1.2)/I$，$Wp=I^2 \cdot R$。电路中其他元件均无特殊要求，电阻可用普通1/8W色环电阻。

3.制作与使用

电路板实物如图2所示，焊接时要注意对于二极管、电解电容器等有极性的元件，一定要搞清元件的引脚极性，确认正确后方可焊接，电路板上有一个过桥跳线J1，焊接时请用硬导线焊接连通。

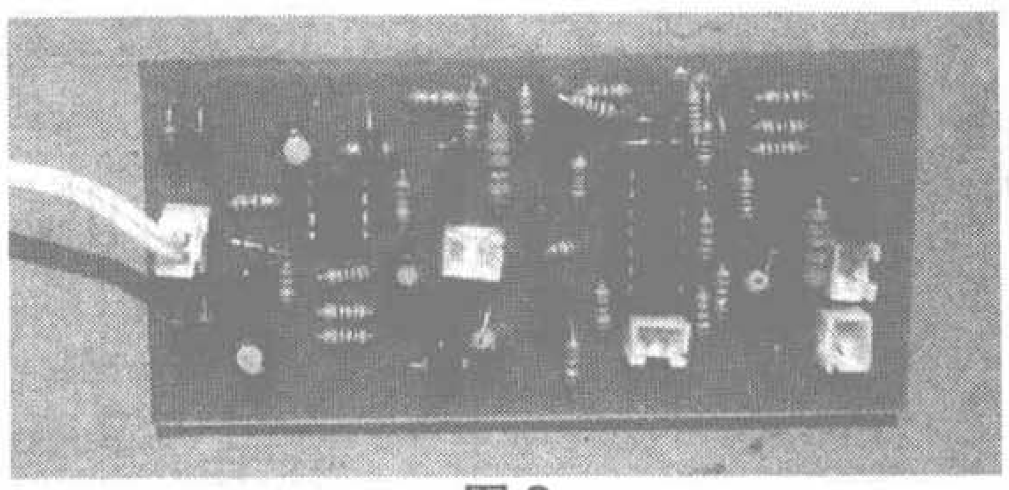


图2

本电路为免调式设计，在保证元件质量及焊接良好的条件下，一装即成。

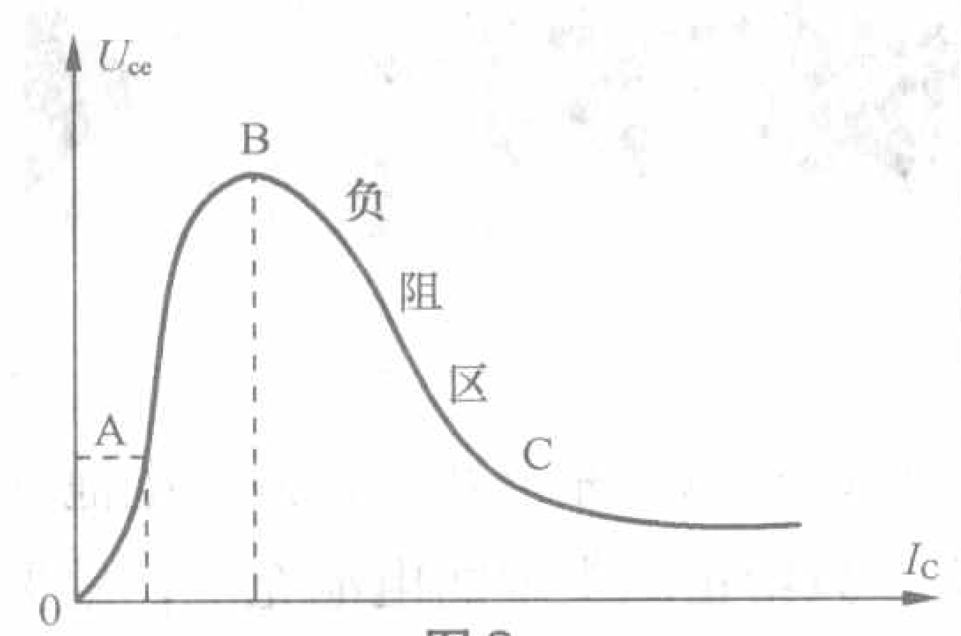


图 2

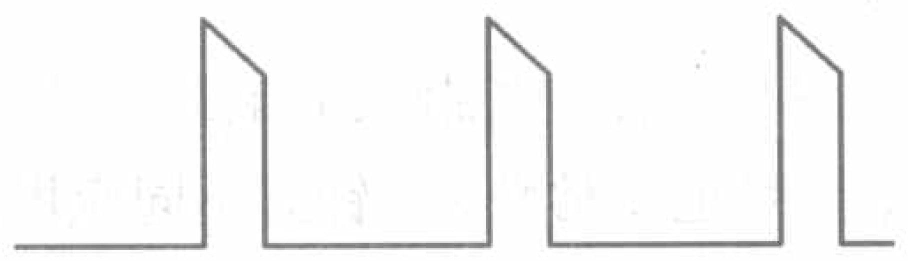


图 3

R2、R3、R5、电容C1、三极管VT1、双向晶闸管VS1等元件组成。从表面上来看，VT1是NPN三极管，由于无法得到基极电流，一直处于截止状态。实质上，这个脉冲发生器主要利用了三极管的负阻特性（详见《无线电》2006年第4期第63页的“晶体管三极管在振荡电路中的变通运用”一文），构成了弛张振荡器，三极管VT1工作在负阻区（如图2中的BC区），发射极会产生一种图3所示的脉冲信号波形（频率为1Hz～10Hz），该脉冲信号通过电阻R5作用于双向晶闸管VS1的控制极，从而使其两个阳极之间周期性导通和断开。

脉冲升压电路主要由双向晶闸管VS1和升压变压器T1组成，该部分电路及其等效电路如图4所示。从图中可见，当双向晶闸管VS1关断时，+300V电源通过R4对电容C2和升压变压器

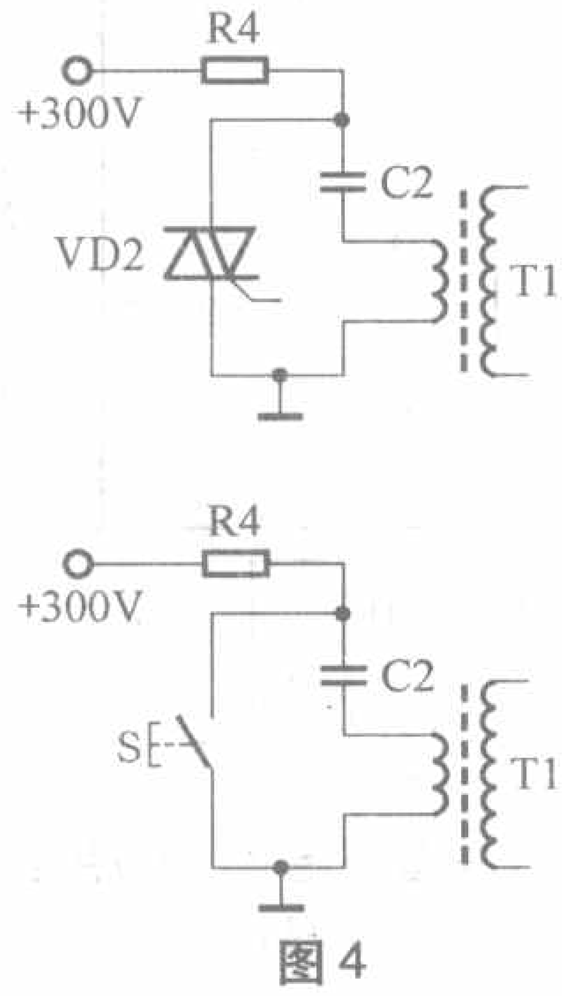


图 4

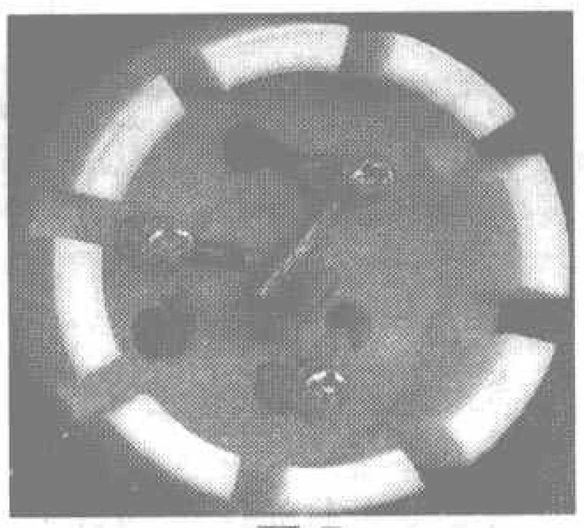


图 5

T1的低压线圈支路进行储能充电；当VS1导通时，电容C2将会通过双向晶闸管和T1的低压线圈回路进行放电，这种周期性充放电变化的电流将会使升压变压器的次级高压线圈感应出很高的脉动电压（500V～1000V），这个脉动电压与+300V的直流电叠加后送至炸头中的强磁空爆机构（如图5所示），最终引起空气剧烈电离，从而产生声光俱现的“燃放”鞭炮的实际效果。爆炸头采用耐压耐高温陶瓷材料制成。

二、元器件选择（如表所示）

元件编号	规格参数	元件编号	规格参数
R1	1MΩ	C1	682J
R2	2MΩ	C2	22nF/400V
R3	100kΩ	C3	2A333
R4	150kΩ/6W	C4	150μF/400V
R5	10kΩ	VD1	4007
R6	5Ω/10W（水泥电阻）	VD2	5401
Rt	KSD301	T1	升压变压器
VT1	9014	VD3	PBL405
VS1	BT134	S1	床头开关

三、制作与使用

首先制作电子鞭炮的核心结构——炸头电路。炸头电路的PCB图见图6所示。

元器件选择要正确，无损坏，电路板制作工艺良好，把所有电子元件正确焊接后装入炸头包装盒内，并用导线与炸头中的强磁空爆机构相应的接线柱相连，完成一个炸头的装配。已装配好的炸头如图7所示。

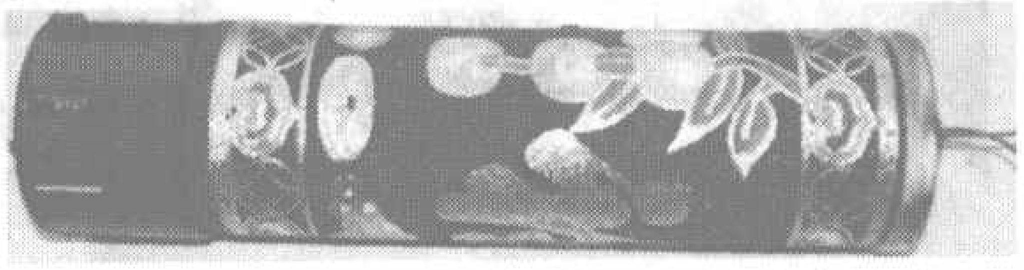


图 7

升压变压器的低压侧线圈采用直径为0.25mm的漆包线在直径8mm的铁氧体材料棒上绕20匝左右，高压侧线圈采用直径为0.1mm的漆包线在内径为11mm、外径为22mm的空心支架上绕1000匝左右，然后将低压线圈装入高压线圈中即完成升压变压器的装配。

温控开关KSD301和水泥电阻R6应该紧密贴装在一起，以便两者之间热量的有效传递。

装成串的电子鞭炮的形状类似传统鞭炮，但其中的炸头数量一般是成对配置的，炸头数量越多，“燃放”效果则会更加逼真。

该电子鞭炮只要接入220V交流电源，按下床头开关，即可实现对电子鞭炮的“燃放”控制。根据设定的保护方式，只要电子鞭炮连续“燃放”时间超过8分钟即会自动停止“燃放”，直到炸头冷却一段时间后才能再次“燃放”。

如果在电子鞭炮的“燃放”控制、声光规律的自然性、产品微型化处理等方面进行创新研究的话，电子鞭炮在性能上甚至能够超过传统的鞭炮，具有更好的声光效果，而且电子鞭炮完全是一种电子产品，是一种经济、环保、安全的新型产品。

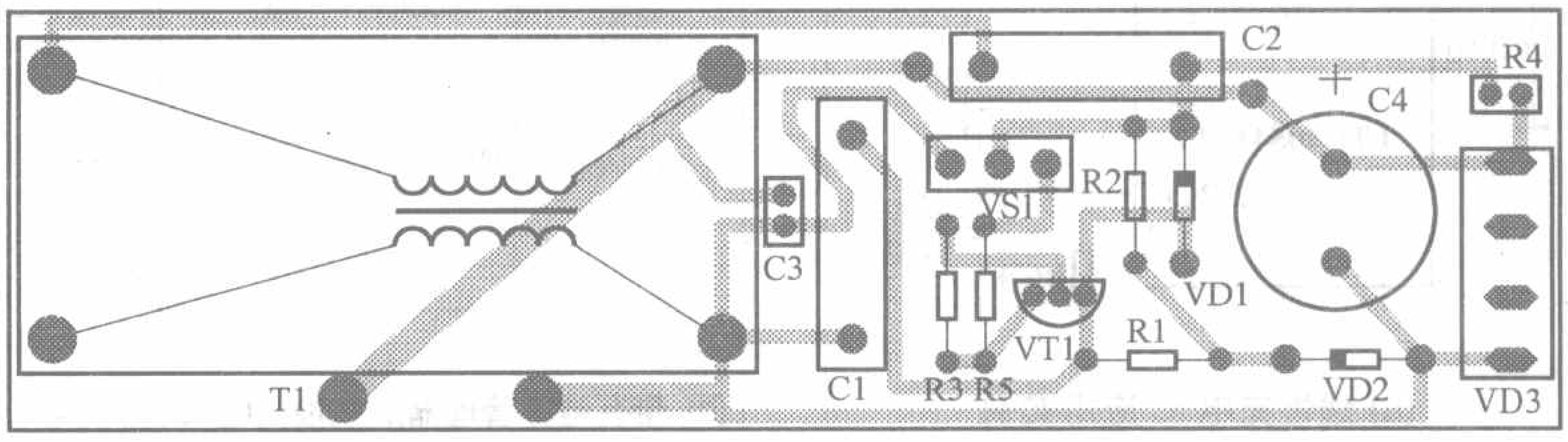


图 6

锂电池及其充电电路漫谈(下)

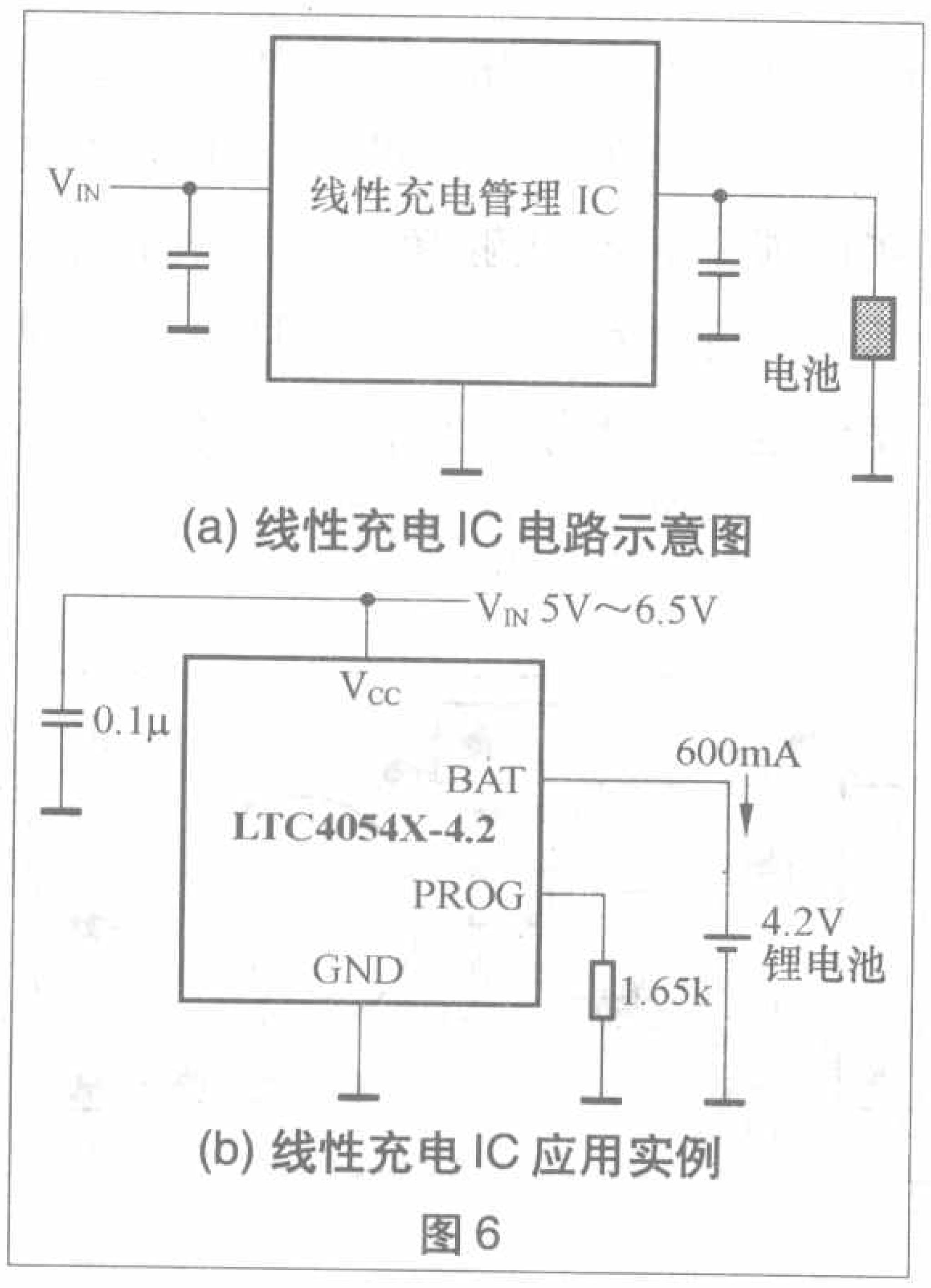
文/吴红奎 吴红静

针对如何精确控制充电电流、充电电压、充电时间和电池在充电期间的温升等问题，市场上出现了不少专用的集成控制电路，这些集成电路针对不同应用，设计了很多特色各异的功能，但万变不离其宗，其主要功能仍然是对电池进行充电，这些特色功能主要有以下几个方面：

1.更精确、智能化的充电终止检测方法，自动检测电池是否有故障而不是盲目充电。

2.智能化的恒流/恒压充电过程管理。根据电池充电的不同阶段灵活调整充电电流的大小，而不再是恒流方式电流就一直恒定不变，恒压方式电压就一直不变。常见的方式是恒流阶段先以涓流方式给电池充电，同时检测电池是否存在故障，如过放电等，然后在精确控制电池温度的前提下逐渐增大充电电流以提高充电速率。

3.充电过程管理功能。不管何种原因造成充电过程中断，恢复充电时电路会自动开始从断点开始充电，电池充满后自动停止，不用人工干预。



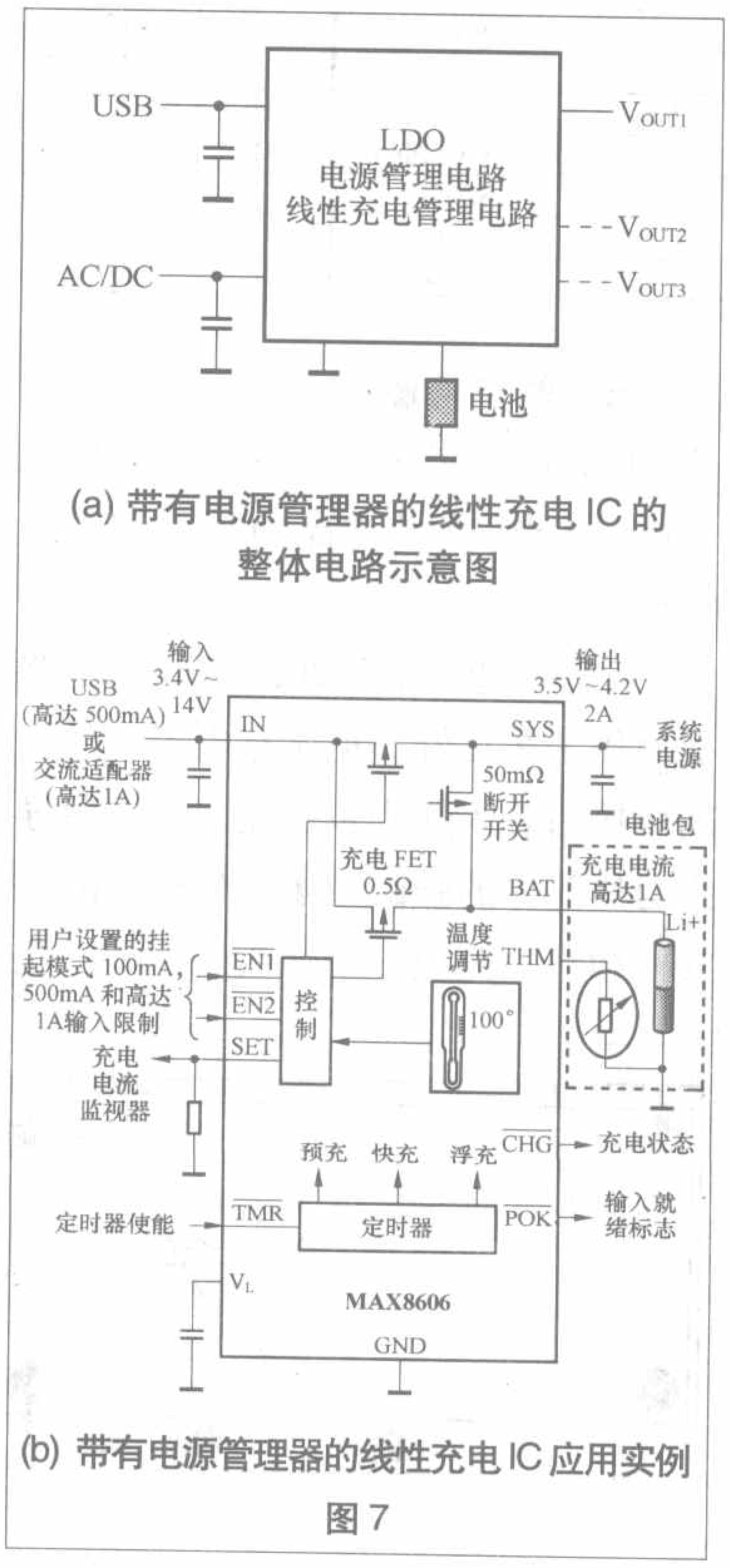
(a) 线性充电IC电路示意图

(b) 线性充电IC应用实例

图6

4.充当系统电源管理中心。不但完成智能化的电池充电功能，还同时给系统提供稳定的电源，电源的供给也能够在电池和外接电源之间自动转换。随着USB接口在便携设备中的普及，USB电源管理功能也逐渐被集成。

5.电池种类检测功能。各种二次电池各有特点，充电过程控制也各不相同。原来每种二次电池都有自己的专用充电器，而新型IC则能够自动检测电池类型，选择合适的方式给不同类型的二次电池充电，这就能够适应多种二次电池的充电，这个功能一般针对便携应用的小容量电池，但对常见的镍镉电池、镍氢电池、锂电池、二次碱性电池也都能够正确地充电。另有功能简单的充电器，仅检测电池种类，只给正确类型的电池充电，常见的有给碱性电池充电的充电管理集成电路。



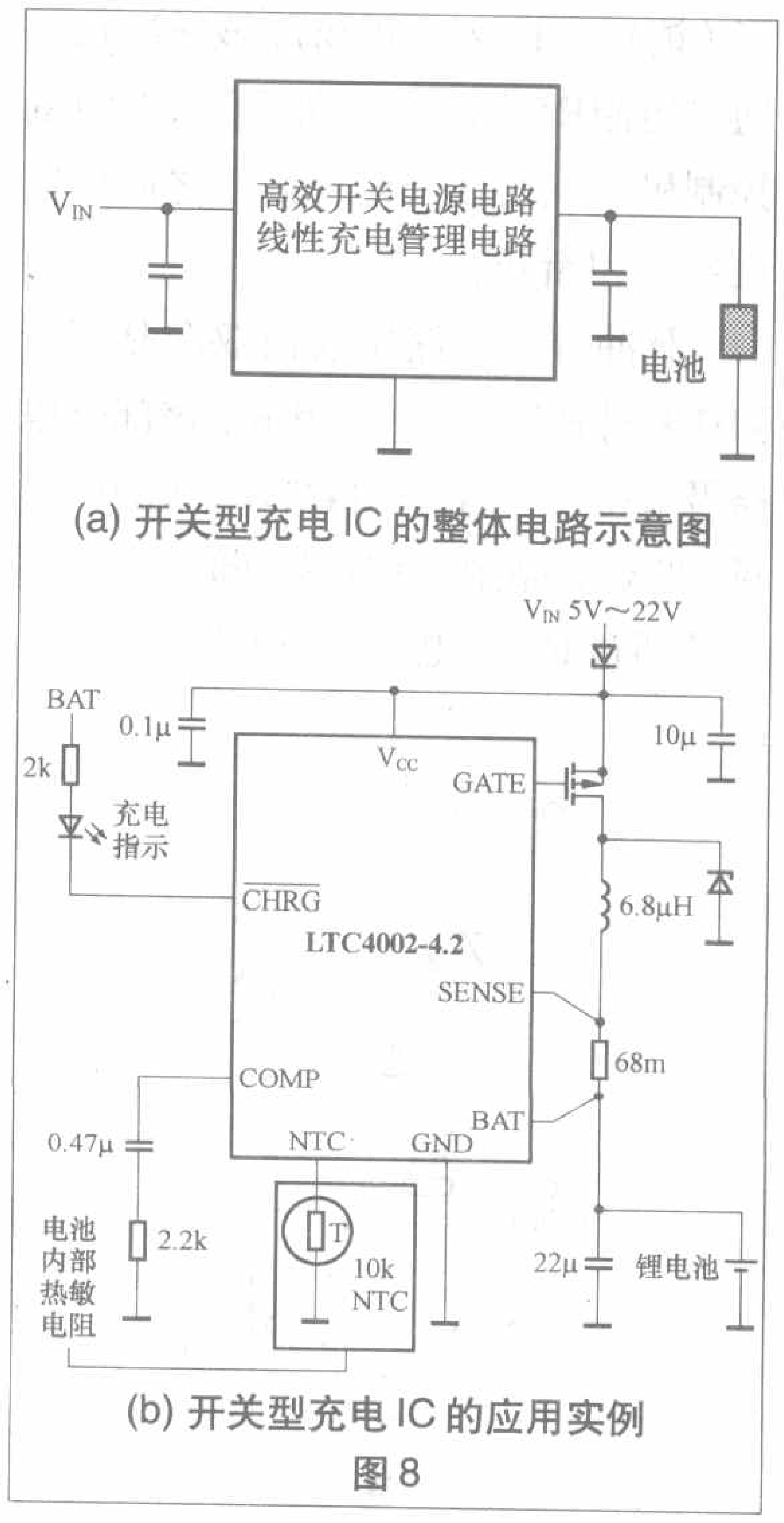
(a) 带有电源管理器的线性充电IC的整体电路示意图

(b) 带有电源管理器的线性充电IC应用实例

图7

专用的充电控制集成电路种类很多，型号也非常繁杂，针对不同应用，相应的电路功能也有差异，下面的分类有助于我们分析认识这些IC的功能。除非特别说明，锂离子电池统指液态锂离子电池和聚合物锂离子电池。

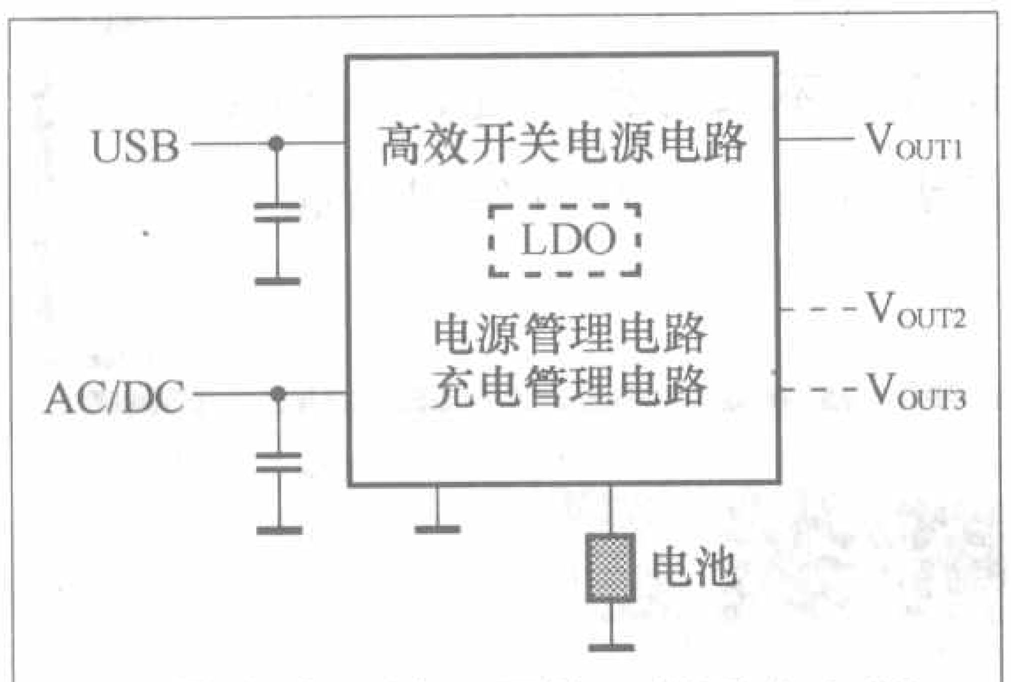
1.单一功能的线性充电IC：一般采用单片IC，使用LDO调整输入电源的电压，控制电池的充电过程，与电池充电功能不相关的附加功能基本没有。整体电路结构简单，不同型号可以分别适应镍镉电池、镍氢电池、锂电池等二次电池，无EMI问题，成本低，适应供电电压的范围比较窄，单



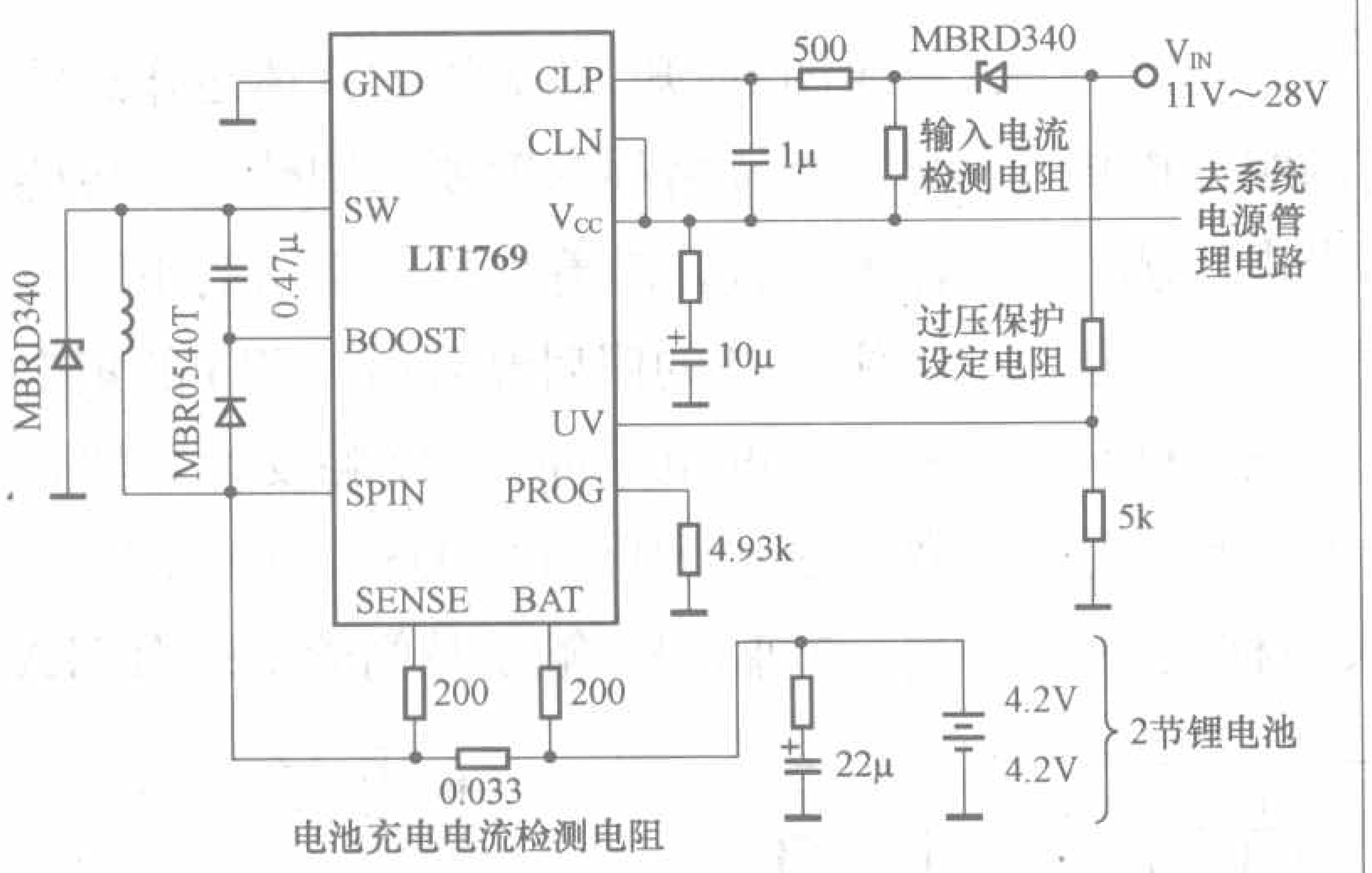
(a) 开关型充电IC的整体电路示意图

(b) 开关型充电IC的应用实例

图8



(a) 带有电源管理器的开关型充电IC的整体电路示意图

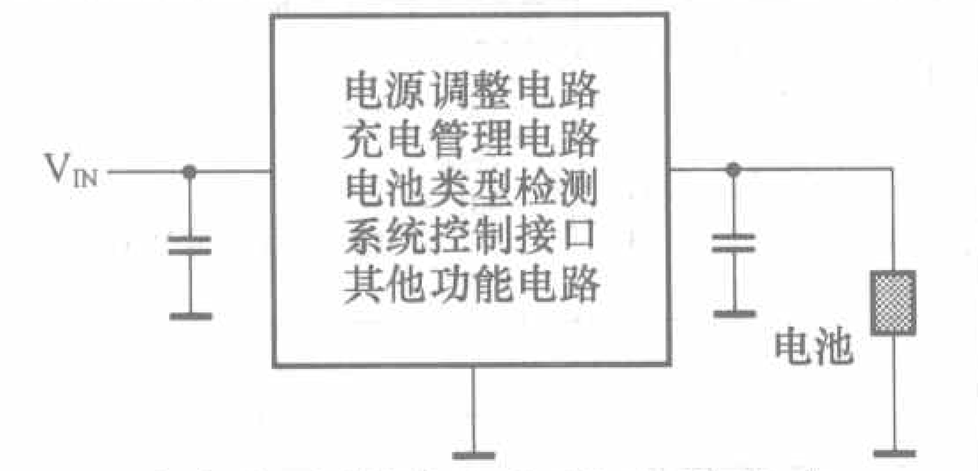


(b) 带有电源管理器的开关型充电IC应用实例

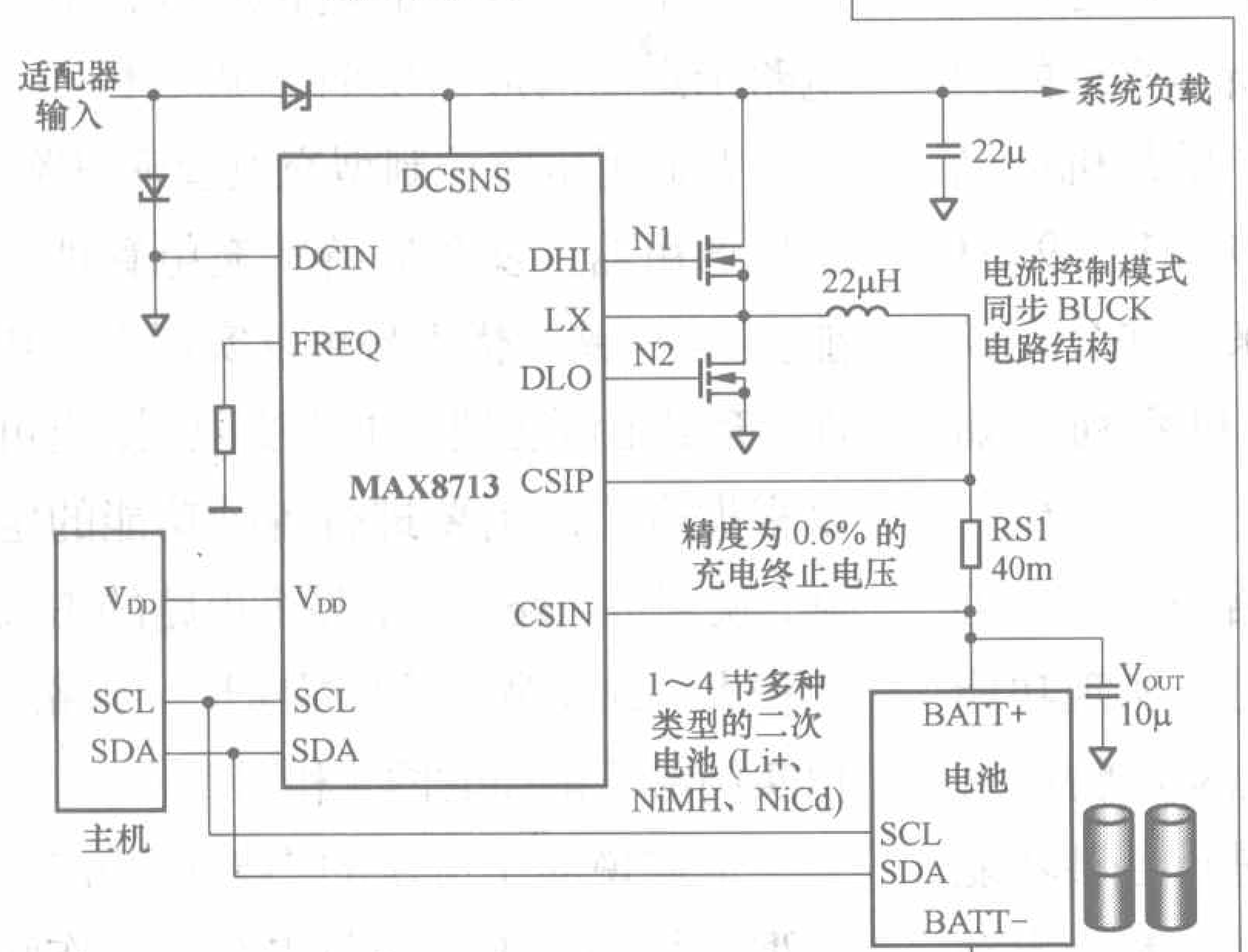
图9

节电池一般是5.5V左右。整体电路示意图和应用实例参见图6。

2. 多功能线性充电IC：单片IC居多，也有电源调整用的功率器件外



(a) 多功能型充电IC的整体电路示意图



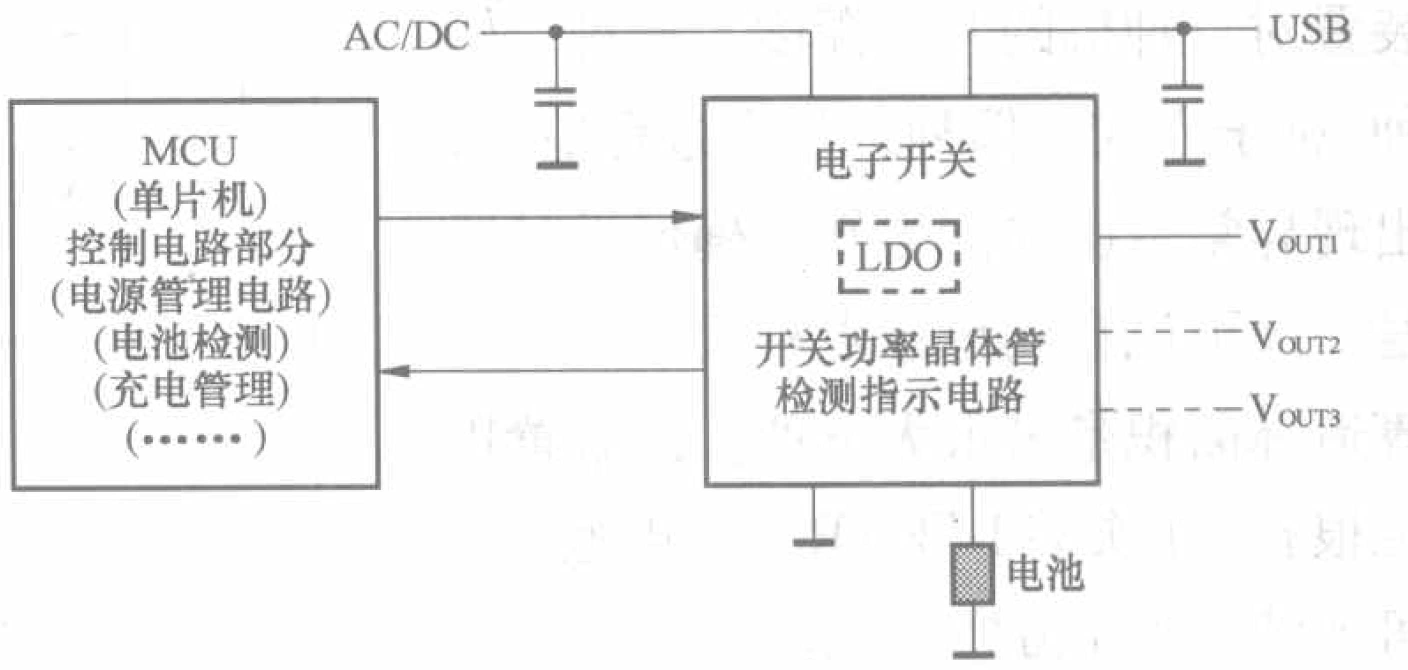
(b) 多功能型充电IC应用实例

图10

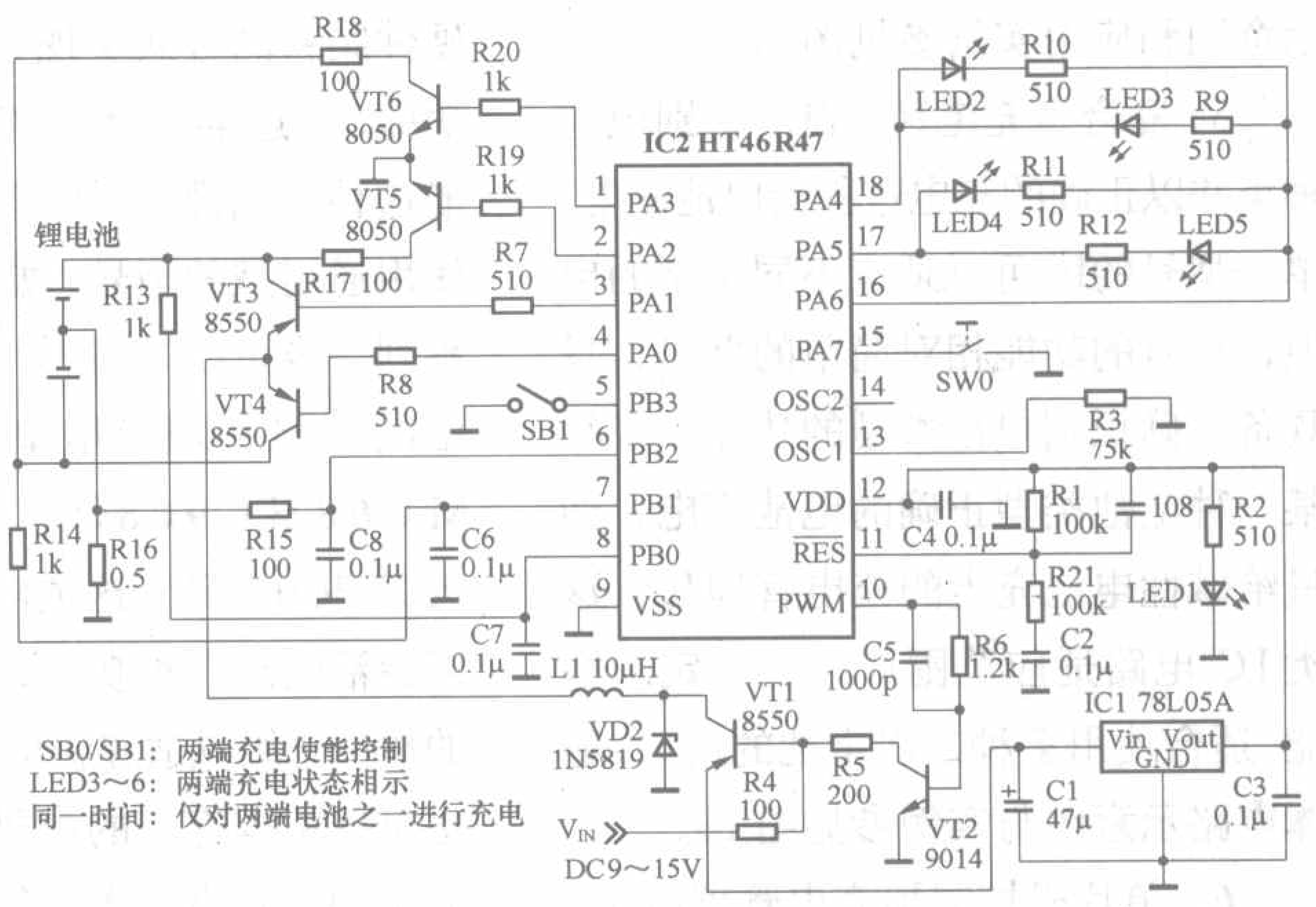
置的型号，整体电路结构简单，主要针对主流的锂电池应用，集成LDO和电源控制转换的电子开关，一般可以适应多路输入电源。部分型号加入了USB兼容功能，自动限制USB的输入电流以符合USB总线电源的相关规范。除了基本的充电功能外，至少有一路电源输出对系统供电，无EMI问题，成本低，适应供电电压的范围比较窄，对单节电池的型号一般是4.5V～5.5V。整体电路示意图和应用实例参见图7。

3. 单一功能的开关型充电IC：电源调整电路采用开关电源方式，可以适应很宽的供电电压范围，电源调整电路有采用以电容为储能元件的电荷泵方式的，也有采用以电感为储能元件的升降压和升降压开关电源方式的。作为储能元件的电感和电容一般需要外接，一些型号集成了肖特基二极管，功率开关元件(一般是VMOS)集成的居多，一些电流输出比较大的则采用外接VMOS的方式。此类IC的外围整体电路稍显复杂（单片式的除外），可以适应单节或者多节电池，不同型号可以适应不同类型的二次电池，充电电流可以比较大，电源转换效率相对比较高，会产生一定的EMI问题。大充电电流的型号一般主要针对主流的锂电池应用，进行高速充电。整体电路和应用实例参见图8。

4. 多功能开关型充电IC：集成电源管理器和高效率的开关电源的主要电路，部分型号内部集成LDO以降低输出纹波，一般可以适应多路电源输入，基本的充电功能与单一功能的开关型充电IC类似，但至少有一路电源输出对系统供电，有EMI问题，适应供电电压的范围比较宽，有单片型的（集成VMOS或者肖特基二极管或者二者都集成），也有控制电路型的（VMOS和肖特基二极管外接），不同型号适应不同类型的电池。整体电路



(a) 单片机控制型的充电整体电路示意图



(b) 单片机控制型的充电电路实例

图11

编者按：本文介绍的这个电子装置是作者及其老师在实践活动中，对现有设备的不足进行改进，自行设计的，虽然电路简单，但有效地解决了实际问题，也是一种技术革新。欢迎更多的读者将您或您身边实用新颖的电子技术革新介绍出来，大家共同交流提高。

给农用点种机加上电子智能装置

文/刘航宇

农用点种机在农村应用很广，这种机具用途多、使用方便，其不足之处是：在播种作业中，常有不易及时发觉的缺穴漏播等现象发生，造成种子发芽出土后缺苗、断垄；进行荒山变林地的直播造林时，因地势复杂计算面积比较困难，常根据点播的穴数，结合株距、行距来推算面积，在使用点种机作业时，必须边操作边默记点种穴数，非常麻烦，还容易出错。为了提高和完善这种农用机具的使用性能，我们设计并已试验成功了一套专用电子智能装置，应用效果很好。该装置对点种机的开穴深度、提种、输种、种子入穴的播种进行全过程监测，出现异常情况立即告知，确保播种质量，还可以自动记录点种穴数，给计算造林面积带来很大方便。此装置用电很省，1次装1号（R20）电池3节可连续点种1万穴以上。

工作原理

该装置的电路见图1，两组光电传感器组成该装置的核心：光电传感器VD1、VT1监测开穴深度和提种斗插入盛种仓的情况，并触发计数电路记录播种穴数。VD4、VT4监测种子是否顺利通过输种管道落入播种穴中。参照图2便知，该装置的具体运作过程是：当按播种深度要求调整好的传感器触发板，随着点种器手柄的下压遮挡住VT1的照射光源时，VT1的集电极产生的电脉冲，一路触发计数器计数，另一路则通过VD3、R4使VT3导通，并通过R5触发晶闸管VS，使HA

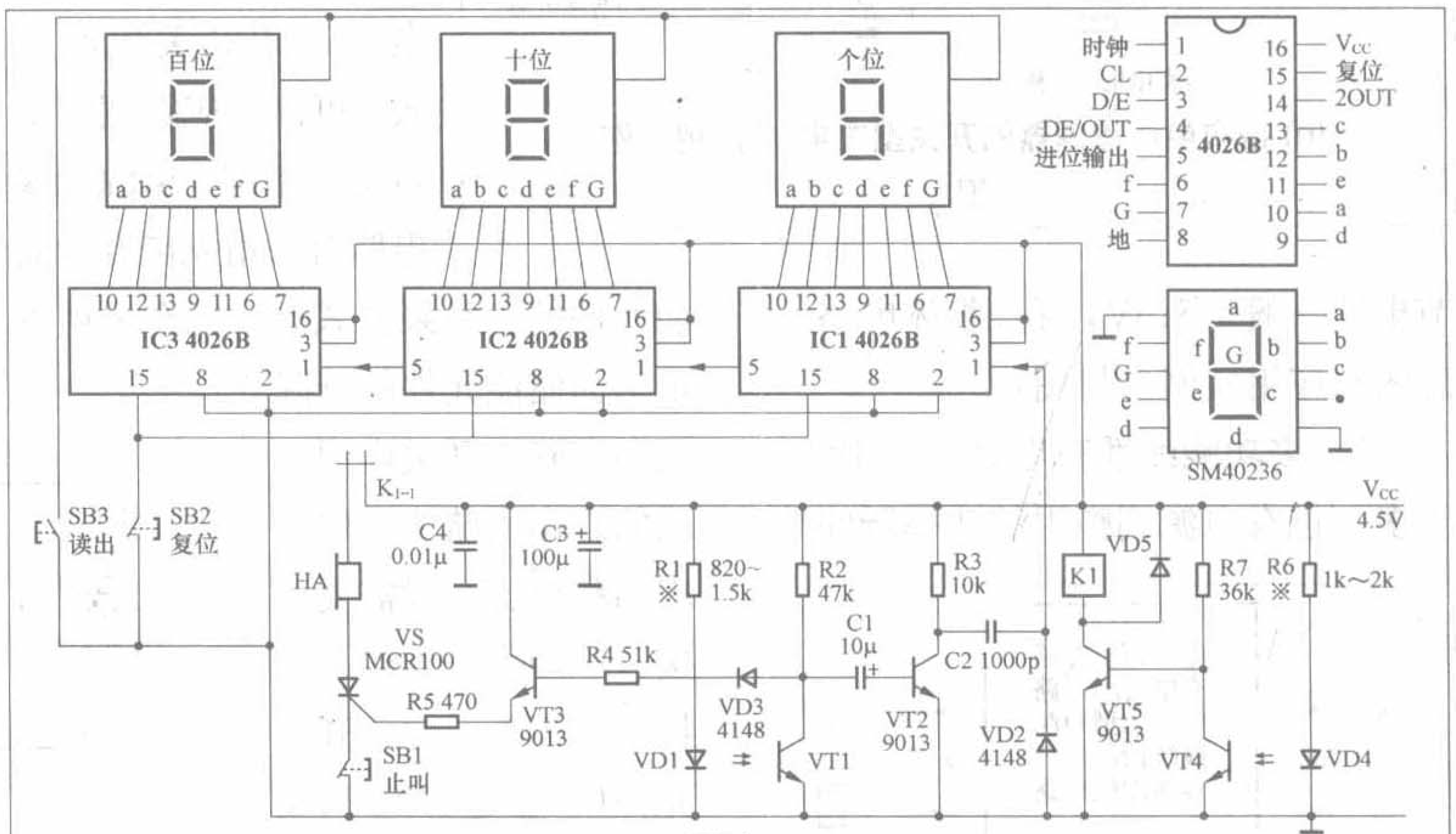


图1

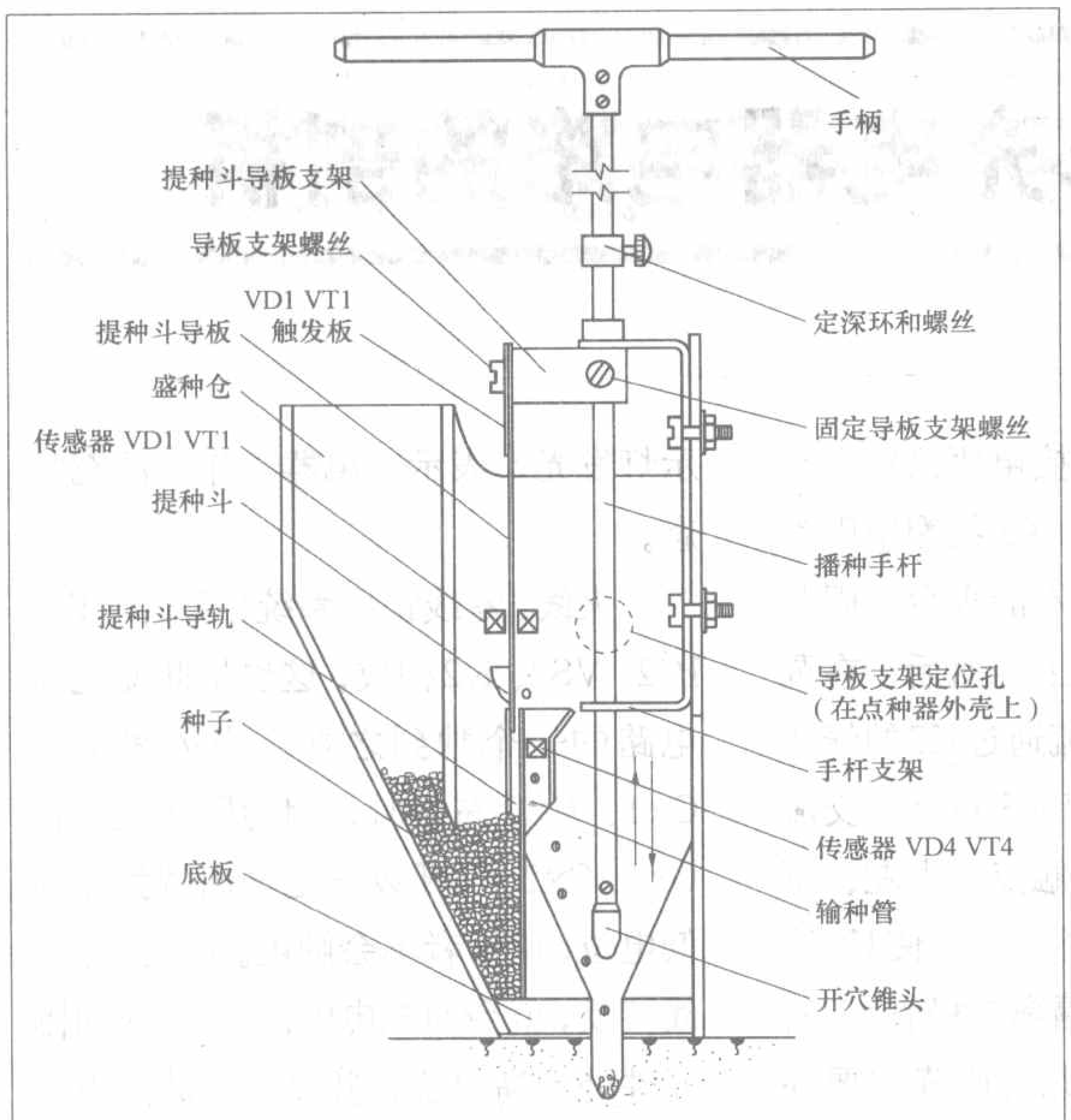
示意图和应用实例参见图9。

5.复合型充电IC：自动识别电池种类并以正确的充电过程给电池充电。单一型号的IC可以适应不同类型的电池，也有的功能相对简单的型号，只具备正确识别电池类型的功能，只给某一种电池类型正确的电池充电，如只给碱性电池充电的充电管理IC。这类IC电路适应范围广，有一定的智能，适合使用多种二次电池的用户。整体电路示意图与实例参见图10。

6.单片机控制型充电管理电路：以单片机为电路的控制中心，采用软、硬件结合的方式实现完善的电池充电功能，上述第1～5类IC所能实现的功能这种方式都可以实现。单片机可以使用通用型的型号，如89C51、89S51系列，也可以采用近年来一些公司推出的充电管理专用单片机系列，如MC68HC908QT2、FS3862、P89LPC916等。这类电路的优点是可以灵活实现各种功能，可以实现功能的软件升级以适应新出现的电池品种，也可以根据客户的需要进行各种功能的定制，缺点是电路复杂，整个电路的占板面积大，成本高，开发周期长，可靠性不如全硬件的电路结构。整体电路示意图与应用实例参见图11。

7.通用电路控制型充电管理电路：采用通用器件实现完善的充电管理功能。这类电路的优点是可以实现多种功能，充电电流在理论上不受限制，也可以根据客户的需要进行各种功能的定制，缺点是电路复杂，整个电路的占板面积大，成本高，开发周期长。电路应用实例参见前面的图4和图5。

上述说明中所说的“线性”和“开关型”指的是电源调整电路的工作状态，与电池的充电方式无关。



（本图处于上提排种状态）

图2

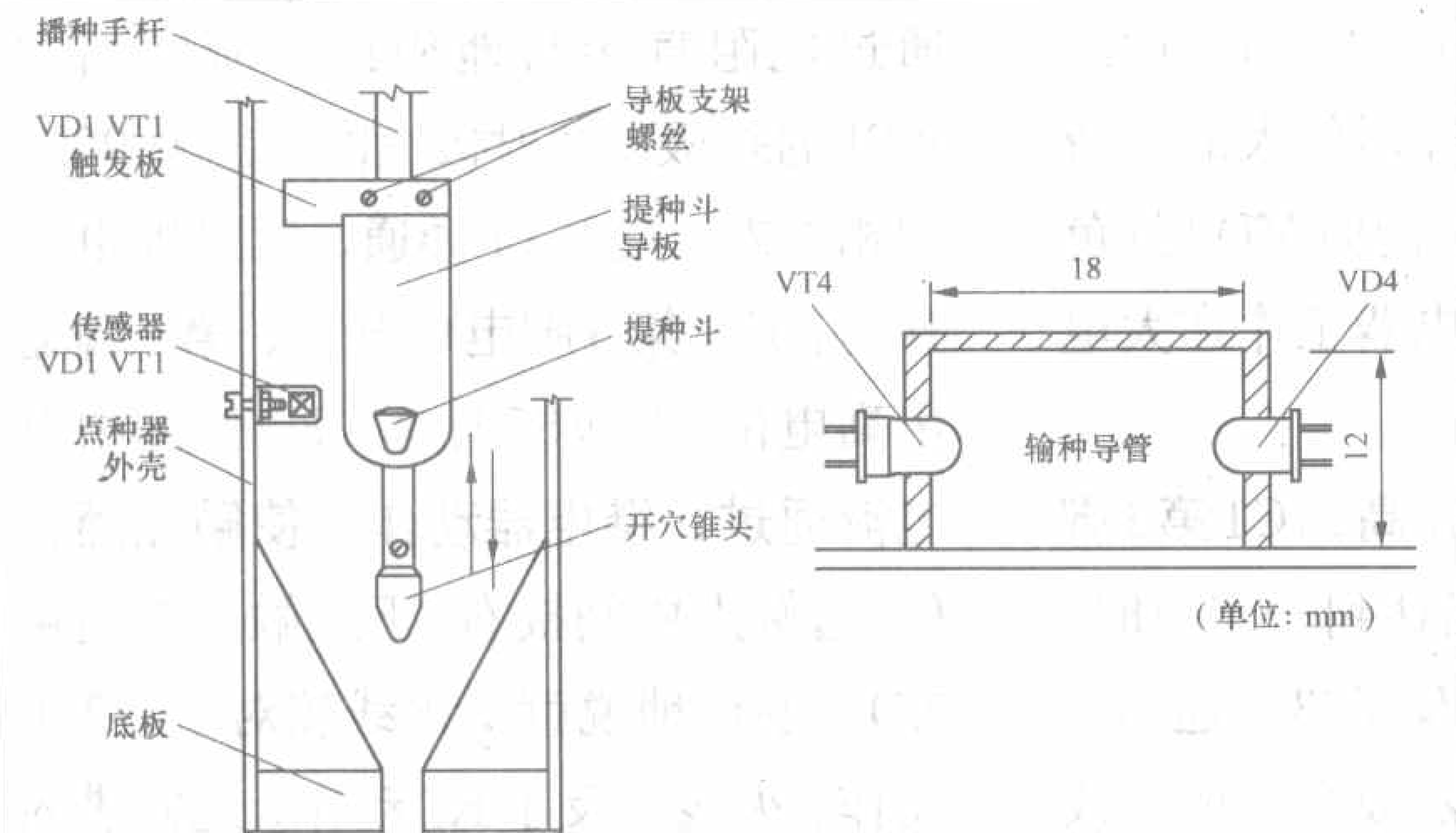


图3

得电发出清脆叫声，告诉操作人员开穴锥已插到了规定的开穴深度，提种斗也插入盛种仓中。此时可将点种器的手柄上提，当手柄提到上止点时，种子便从提种斗的上端排入输种管，落入点播穴。当种子通过输种管时，设在输种管中的光电传感器VD4和VT4光路被挡，VT5导通，K1吸合，K1-1常闭点断开，VS断电截止，HA叫声停止，提示此穴播种完成，可接续进行。此时若HA的叫声不止，原因有三：一是点种器的手柄没提到上止点的排种位置，种子没排出；二是输种管上端堵塞；三是盛种仓中种子已用完，提种斗没提到种子。总之应查明原因排除故障后再继续作业，以防止空穴漏播的现象发生。在播种过程中可以随时按动读数按钮，了解播种穴数。

元器件的选择与制作

光电传感器VD1、VT1可以用开口为10mm的成品开槽光耦合器，输种管中的光电传感器VD4、VT4的光槽开口必须在18mm左右，否则会影响种子的顺利通过。开口大的成品开槽光耦合器，在检测小粒种子时，可能灵敏度显得不够，易发生漏检，可用国产的3DU型光敏三极管和红外发光二极管自制，见图3。用这种元件制成并调整好的传感器灵敏度极高，可以检测直径小到0.5mm的种子，要达到较高的灵敏度，必须细调R6，有时还得配合调整R7。VD1、VT1和VD4、VT4在点种机内的安装位置见图2，VS采用MCR100-6、MCR100-8、BT169D等小功率晶闸管均可，讯响器HA可用工作电压为3V、断续发出嘀嘀声的，也可选用音乐声的讯响器。计数电路选用功能齐全的十进制计数器集成电路4026B，这种集成电路内部集成有译码器和驱动器，其时钟输入线有施密特触发器，并有段划输出电流限制措施，所以输入端1脚可以直接与传感器电路的输出端相连，其输出端可

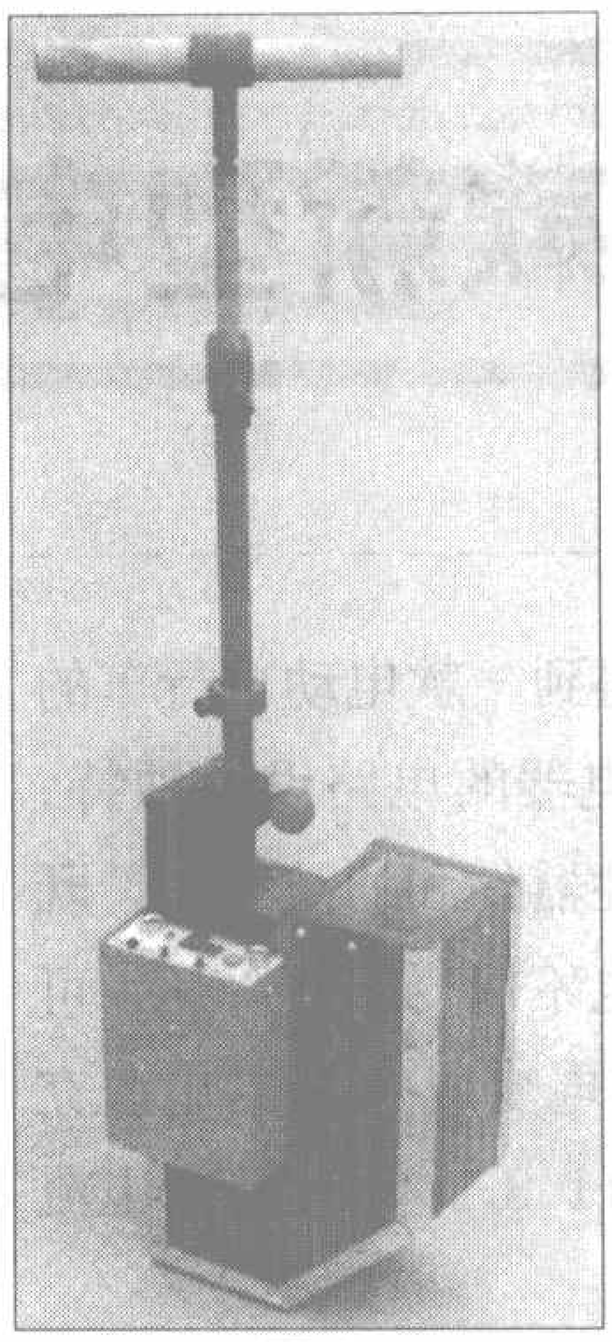


图4

直接连接到共阴极的LED显示数码管上，组成了一个既简单、性能又可靠的十进制计数器，根据需要可设千位、万位数。共阴极数码管可以选择各种型号、尺寸的。为了节省用电，在阴极电路中专门设了一个常开的按钮开关，按下即可读数。除K1可选用工作电压为3V～5V的小型继电器外，其他元件无特殊要求。光电传感器VD1、VT1电路中的触发板用一片宽度为12mm～16mm、长度与厚薄适中的薄铁片，与提种斗导板一起用螺丝固定在提种斗组件的支架上即可，见图4，触发板的挡光端，可染成黑色，避免铁片反光干扰传感器正常工作。光电传感器VD1、VT1的固定位置是：将提种斗导板下压到盛种仓的底部，将光电传感器的开口光槽与触发板对好后，把光电传感器用螺丝固定在点种器的外壳内壁上即可。

调整使用

将开穴锥头从点种器底部排种孔中推出，使其锥头露出的长度和播种深度相等，然后把提种斗导板下推到盛种仓底，用点种器侧壁上的导板支架定位孔将支架固定在点种器手杆上，把手杆上的定深环下推到手杆支架上端，拧紧定深环上的螺丝，将播种手杆提起，把种子倒入盛种仓中，打开监测器的电源开关，按下计数器清零按钮清零后，即可按常规方法进行播种操作。作业中其智能装置的监测过程和情况，请参阅本文的工作原理部分，不再重述。

一款新型电动自行车充电器电路的剖析

文 / 陈文启

笔者近日得到一款电动自行车的充电器，该充电器的电路设计独特，没有任何电感性器件和滤波电容，既不是开关电源也不用变压器降压。可直接将220V市电变成36V给电瓶充电，充电电流为1.8A，浮充状态电流为0.16A。

经分析发现，该充电器实为电容降压式充电器，但因为设计了火线、零线自动识别电路，无论火线、零线是否接反，输出端都不电人，并且识别电路结构简单，工作可靠。

该充电器电路如附图所示。

图中IC1、IC2为运算放大器HA17358，K1、K2、K3为三只继电器（图中触点状态为不工作时的状态），U1、U2为两个整流全桥，Cx1、Cx2是用沥青包装的两个圆柱形，一大一小，用万用表测量判定为：Cx1是150kΩ电阻和22μF的无极性型电容并联；Cx2是150kΩ电阻和3.3μF的无极性型电容并联，Lx为20cm长的软导线打结后粘在壳内，VD1、VD2分别为绿色、红色发光二极管。

工作原理： 当不接电瓶只接市电220V时，VS1截至，K3线圈中因为没有电流通过，触点不能吸合，因此所有电路不工作。接上电瓶后，在剩余电量的作用下，电流通过K3的线圈和VS1构成回路，使K3吸合，交流220V通过K2的中间触点、上左、下右、Cx2、U1构成一个回路，使U1输出脉动电流，再通过隔离二极管VD3、VD4给电瓶充电（此时压降主要在Cx2上）。另外还有一个回路：交流220V通过K3、K2、K1、Cx1、U2构成回路（压降主要在Cx1上），此时U1、U2两个桥都工作，以较大的电流给电瓶充电（1.8A），同时VD2红色指示灯发光，表示充电器工作在大电流状态。

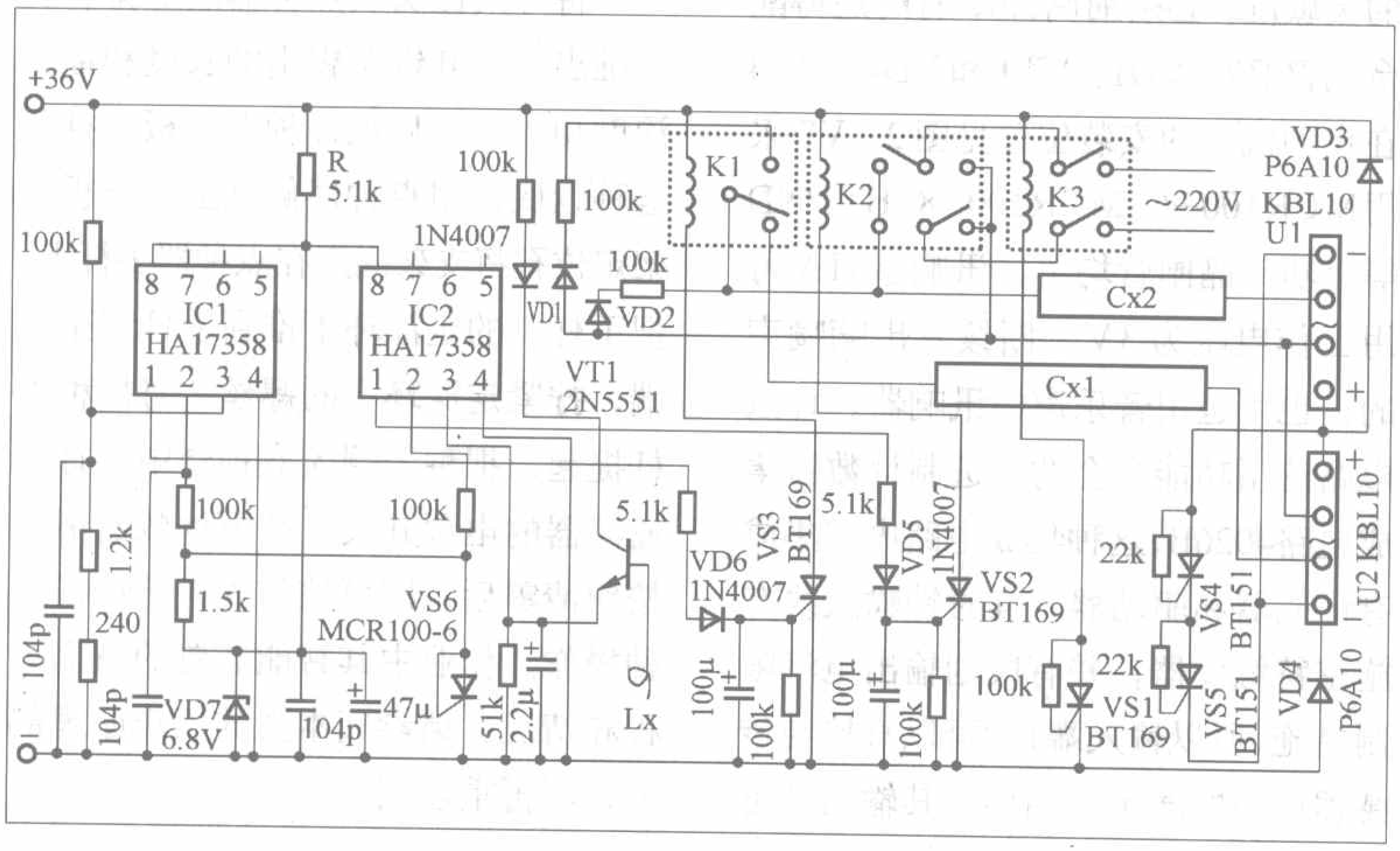
随着电瓶电压的升高，IC1第3脚的取样电压也升高，当达到一定值时，由第1脚输出高电位，使VS3导通，K1中有电流通过，继电器吸合，触点改为上通，将Cx1切断，U2不工作，只有U1工作，充电电流较小（0.16A），电瓶进入浮充状态。同时VD1绿色指示灯发光，表示充电器工作在浮充状态。

火线、零线识别系统由Lx、VT1、IC2、VS2、K2构成，这也是此充电器电路的一个独到之处。当火线接于Cx1、Cx2左端时，因为压降主要在Cx1、Cx2上，所以充电输出端为零线低电位，使用者不会触电。若火线、零线接反，就会使充电输出端及Lx周围元件处于高电位，并以电磁波的形式向外辐射能量，由于感应的作用使Lx接收到此能量，又因为VT1的发射极通过电阻直接与地相连，所以加在VT1的基极、发射极上的电压有90°的相位差，使VT1导通，发射极电位升高，IC2第3脚电位升高，第1脚输出高电位，使VS2导通，K2线圈中有电流通过，继电器动作，使触点翻转（上边触点中间接右，下边触点中间接左），通俗地说就是火线接对了K2不动作，火线接反了K2动作。这样进入充电器的市电永远是火线加在Cx1、Cx2的左端，保证了使用者的安全。

图中VS4、VS5两个单相晶闸管，其作用是增加充电电流交流脉冲的幅度，使一个个大脉冲对电瓶充电，可防止电瓶酸化，对已经酸化的电瓶有激活作用。

此充电器的优点是可延长电瓶的寿命，对酸化的电瓶可激活，但缺点是市电输入电流较大，当电瓶电压太低时(31.5V)不能工作。因为K1、K2、K3选用的是48V继电器，电压太低就不能动作（笔者已试过）。

另外，此电路还可以简化，IC1、IC2选用的是双运算放大器，可以省去一个，用一只同样可以完成此功能。



半导体冷热座椅

文/俞 虹

本文介绍利用半导体致冷块制作冷热座椅的方法，该座椅可以根据需要调节冷热的程度。

工作原理

本制作的核心元件是半导体致冷块。当电流通过半导体致冷块时，会使致冷块一面变热，一面变冷，并且，冷热的程度决定于电流的大小、电压的高低以及散热条件等。只要改变电流方向，就能使原来热的一面变为冷的，冷的一面变为热的。半导体冷热座椅致冷块使用的型号为TEC1−07105，其工作电压最大为6V，电流最大可以达到5A。它的外型尺寸为30mm × 30mm × 4.2mm，重量为12.5g，大小同火柴盒，如图1所示。

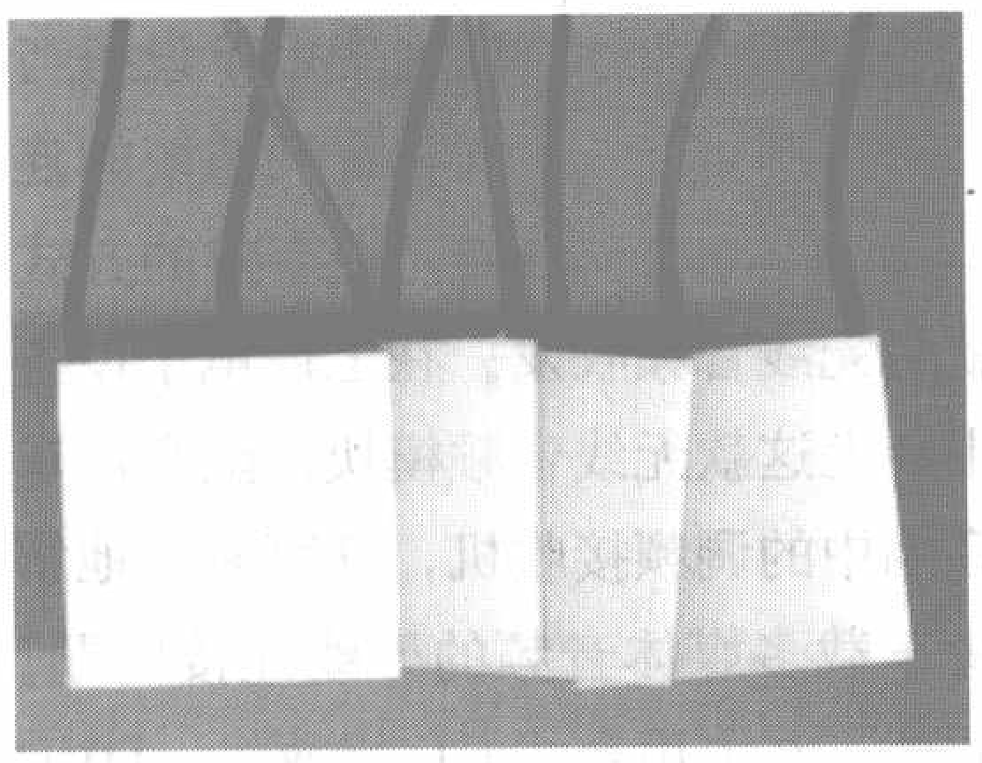


图1

电原理图如图2所示。220V的电压经过变压器T降为12V，再经过二极管VD1～VD4整流和电容C1滤波后，产生约10V的电压。这10V的电压一路送到致冷块散热风扇电机M，另一路通过可调式稳压集成电路LM317进行稳压。由于LM317输出的电流最大为1.5A，达不到3A的设计要求，故在稳压集成电路上接大功率三极管VT进行扩流。由于稳压集成电路的输出端接有二极管VD5和VD6，当它们有电流通过时，约有1.4V的电压降，这个电压减去R3上的电压得到的发射结电压使三极管导通。输出电流越大，VD5和VD6上的电压也越大（增大很小），三极管VT发射结电压也越大，从而通过三极管集电极电流就更大。这样就使得大部分电流从三极管流过，减小了通过稳压集成电路的电流。电阻R3用于过流保护。当三极管通过的电流超过3A时，三极管发射结电压会变小，从而限制了输出电流，三极管得到保护。另外，调整微调电阻RP可以使通过致冷块E的电流在1A～3A内变化。

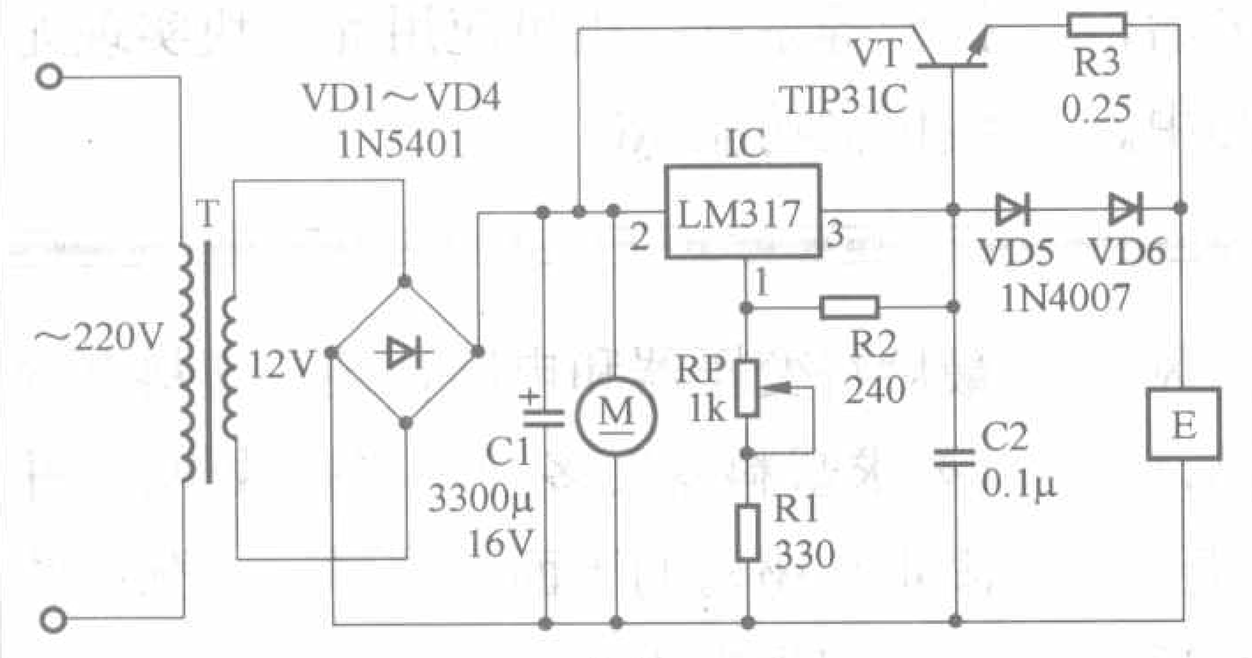


图2

元件选择

半导体制冷块E使用型号为TEC1−07105，也可以使用TEC1−07103。可调式稳压集成电路用正电压输出，型号为LM317。三极管VT用型号为TIP31C的塑封大功率三极管。变压器T用功率为25W～30W、单输出12V的，也可以用功率相同的变压器进行改制，但要求次级漆包线直径不小于1.0mm。二极管VD1～VD4选用电流3A的1N5401。VD5和VD6用1A的1N4007。致冷块散热风扇用12V、0.1A的8cm × 8cm的电脑CPU风扇。电阻R3用0.25Ω的水泥电阻。三极管和致冷块散热片都用7cm × 7cm的多棱散热片。稳压块散热片用4cm × 3cm多棱散热片。滤波电容C1用3300μF/16V的电解电容。

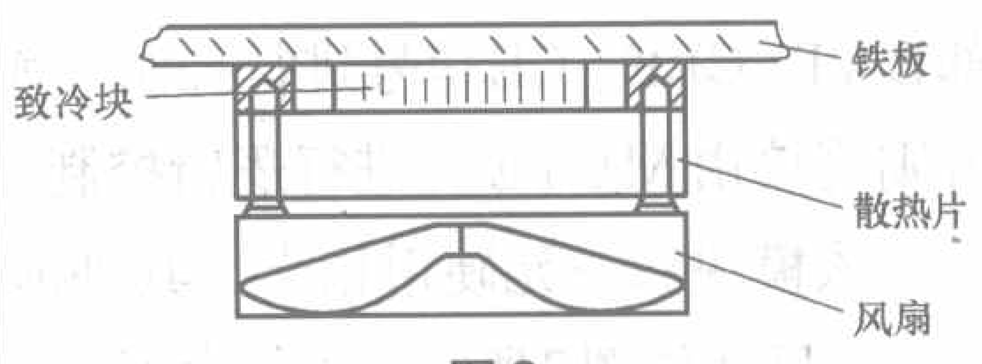


图3

制作方法

制作时，先找一张比较结实的木椅，去掉座板，找一块厚度约4mm的（厚度大一些便于传热）、大小和座板相同的铁板，在四角钻孔后用木螺丝钉固定在木椅上作为座板。按图3的结构图将致冷块双面涂上导热硅胶后贴在铁板下的中间位置。为了能固定住散热片，在致冷块两侧用万能胶固定两块1cm × 1cm、厚度和致冷块相同的塑料片。然后，用自攻螺丝将散热片固定在致冷块的下方。最后，将散热风扇用万能胶固定在散热片的下面（见图4）。座板上面可根据舒适性和美观性盖上坐垫，但不能太厚，以免影响使用效果。

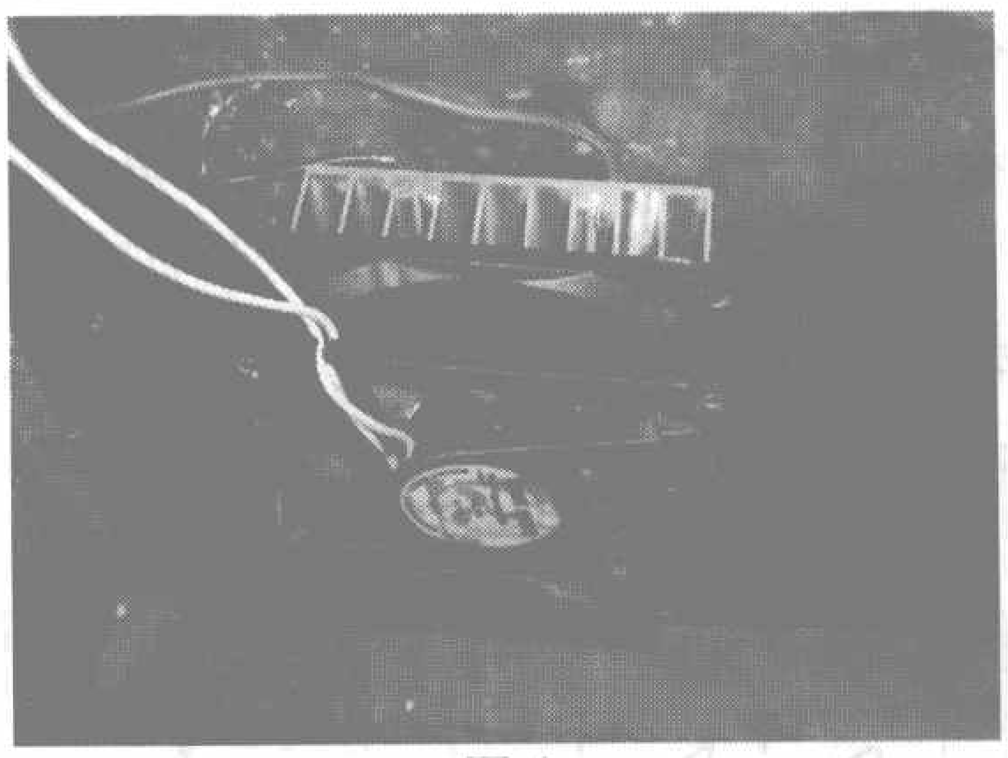


图4

再根据图1设计制作一块电路板，三极管和稳压集成电路的引脚排

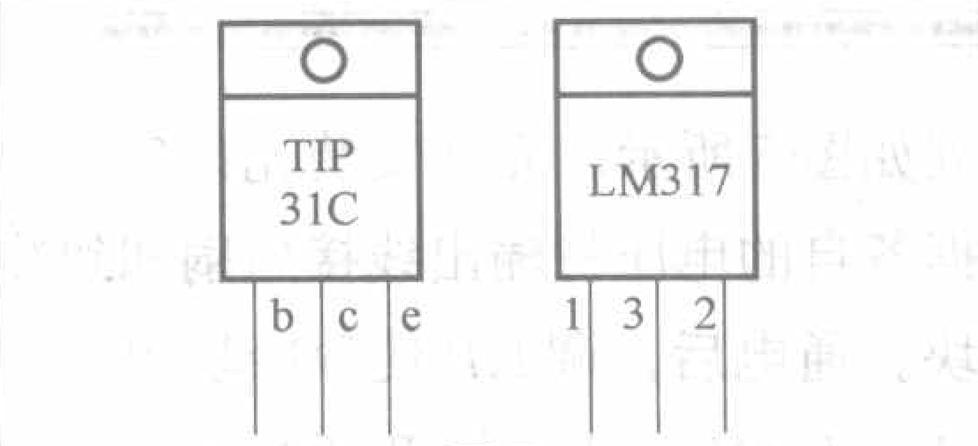
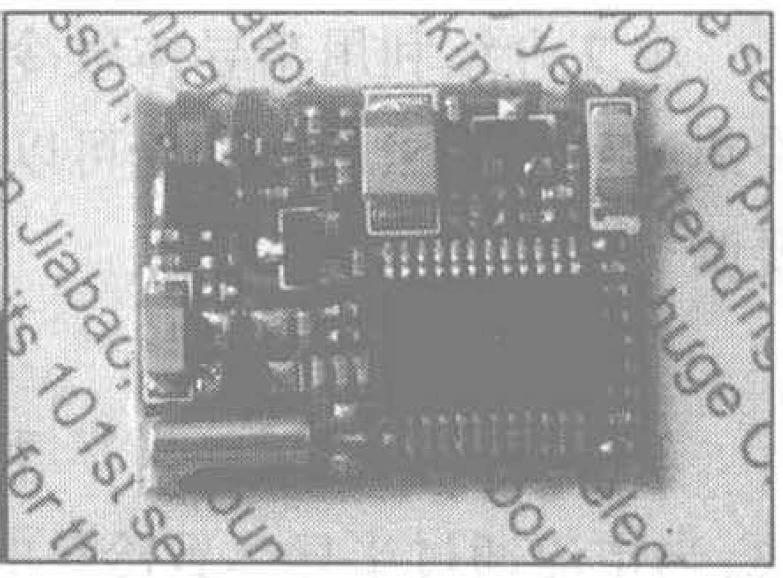


图5

编者按： FM2008是一款性能优秀的无线音频发射模块，如果有对该模块感兴趣的读者，可以通过电子邮件(E—mail：radio@radio.com.cn)的方式来申请获取，来信主题请注明“FM2008样片申请”，并在信件中写明姓名、邮编、地址、单位、联系电话及索取目的，在此特别鸣谢“调频发烧友网站”(www.fmsky.net)对本次活动的支持。

一款可编程的无线音频发射模块FM2008



文/甘铭晓

音频无线传输目前被越来越广泛地应用到了多媒体系统中，本文为大家介绍一款功能强、集成度高的无线音频发射模块FM2008。这款模块采用传统的FM发射技术，能与通用的FM广播接收系统配合应用。该模块做工精密，不仅集成了专业的立体声广播编码电路，还集成了高稳定性锁相环频率控制电路，并且采用了三线串行通信控制器，对立体声编码和锁相环功能进行控制。作为模块，它很容易嵌入到智能电器系统中，配合系统的总线控制，灵活进行功能操作。

该模块的工作原理如图1所示，当外部的音频信号L、R输入后，首先进行音频信号的限幅放大，防止音频输入失真，放大后的信号经过15kHz的低通滤波电路（对15kHz以上的信号进行限制，防止这些信号影响立体声导频），进入复合器，复合后的信号进入由锁相环控制的振荡电路进行直接调频，最后将调制后的RF信号进行放大输出。它的频率、编码模式可由外部DAT、CLK、CE信号进行控制，静音则直接由MUTE脚进行逻辑控制。

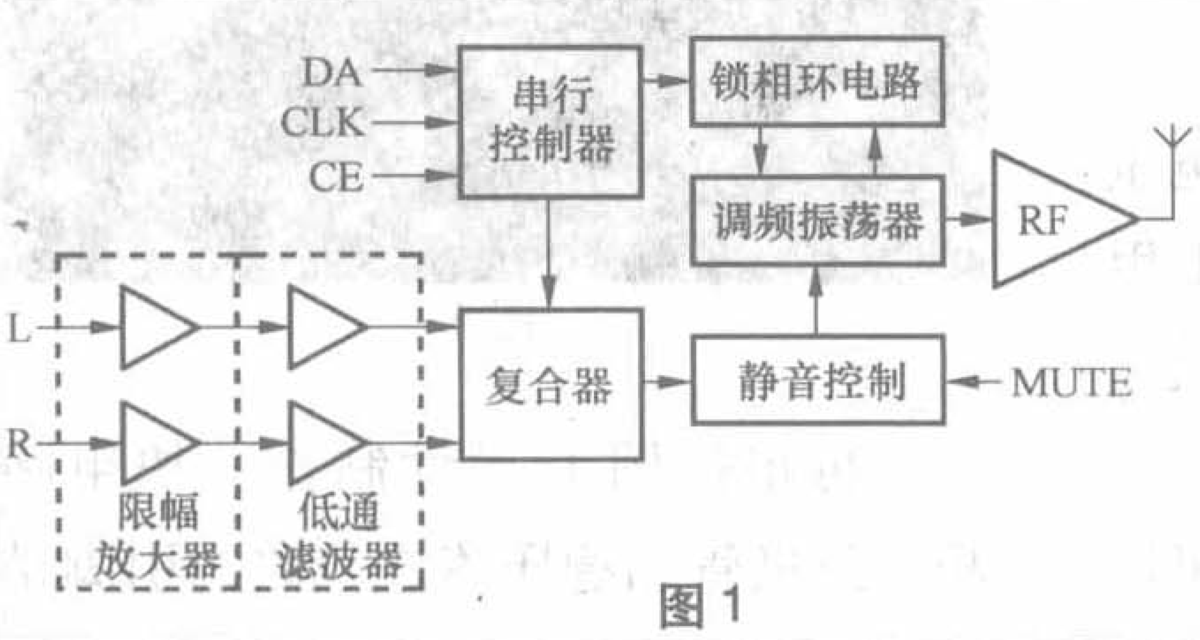


图1

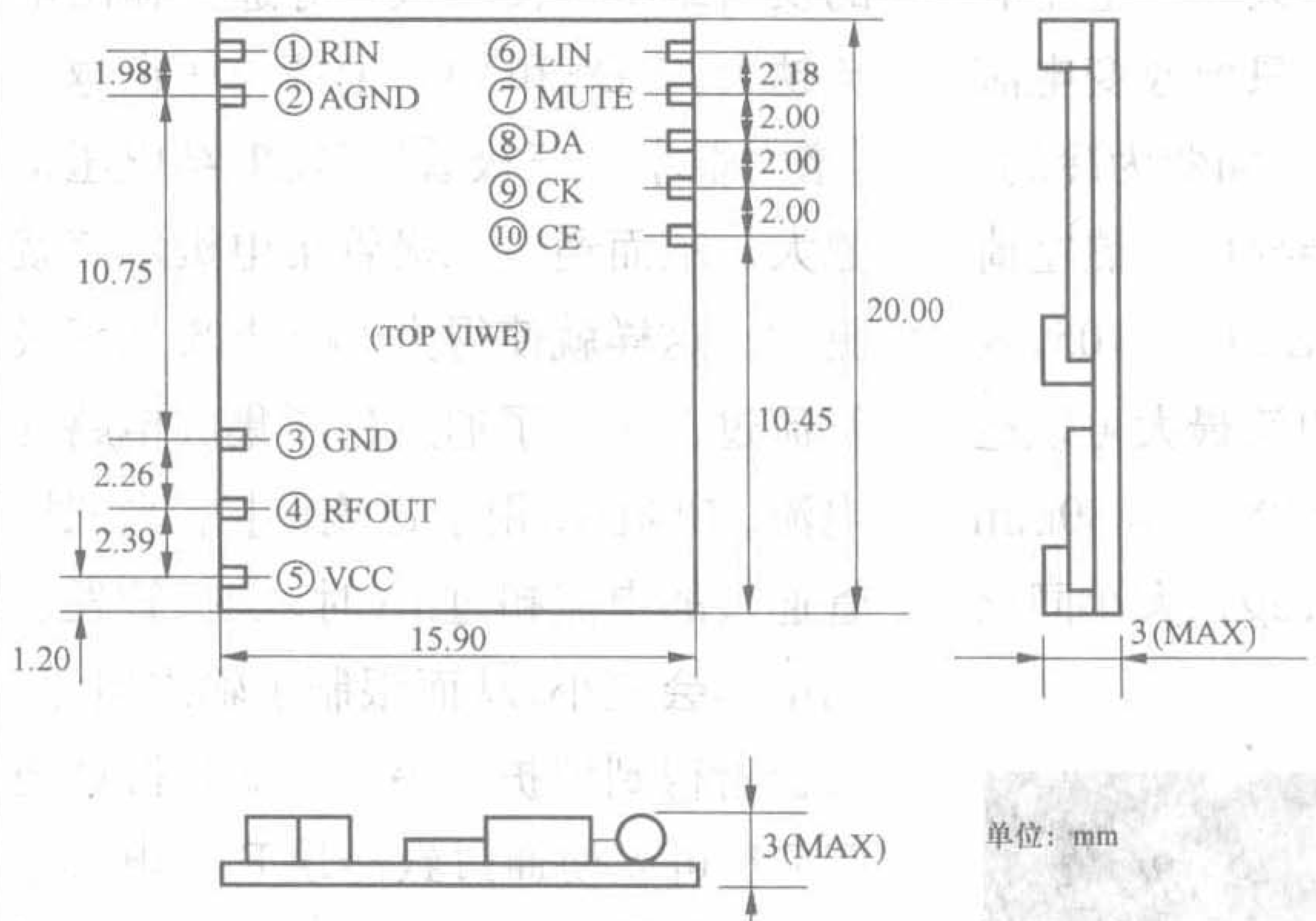


图2

该模块和一元硬币相当，其外形尺寸如图2所示，体积为20mm × 15mm × 4mm，供电电压为通用的5V，电流也只有几十毫安，作为产品的一个部件，适应性很好。

该模块体积小、操作灵活，可广泛适用于各种电子产品中。如今车载电子设备越来越多，如车载多功能电脑、车载DVD、车载GPS、倒车发音雷达等，在这些系统里，都有音频输出功能，而在不改动汽车原有电路的情况下，实现这些电子设备与汽车音响系统的连接，最有效的方式就是无线音频收发。在上述电子设备中装上这款无线音频模块，配合汽车音响中的调频接收机，就可有效地解决车载多媒体音频的无线连接问题。此外，在家用台式CD播放机、DVD播放机、便携式的MP3、MP4、笔记本电脑、PDA等设备中嵌入这个模块，配合调频接收设备（如调频收音机），就可实现无线音频应用。在工程上，该模块只需配合MCU及显示屏，就可组成一台专业的FM调制器，而电教无线发射台、广告机、导游机、指挥台等系统，也可应用此模块实现无线传输功能。

列如图5所示。元件安装无误后，根据各自的电压将输出线接风扇和致冷块。通电后，调RP使致冷块电压在2V～5.5V之间变化。用手接触座板中间感到冰凉，并且风扇向外吹出热风，说明工作正常。如不冰凉反而发热，应该把致冷块的正负极换过来再进行调整。然后，调节RP使座板冰凉合适。最后将变压器和电路板装在塑料盒内（要求塑料盒要多开一些孔散热），并固定在座椅的下面。这样，一张冷热座椅即告完成。

新品速递

AC-DC 开关电源 PWM 集成电路

文 / 吴红奎

写在前面

本文介绍了 4 种 AC—DC 开关电源 PWM 集成电路：UCC28600、L6668、PKS607、iW1689。

AC—DC 开关电源 PWM（脉宽调制）集成电路属于开关电源中的控制电路，部分型号还集成了功率开关器件，成为单片式开关电源集成电路或者“电源管”，如典型的 TOP switch 系列。开关电源（SMPS）一般都分为包含 AC – DC 和 DC—DC 电源两大类，不过 AC – DC 的电源变换部分实际上也是 DC—DC 技术，是一类比较特殊的 DC—DC 电源。AC—DC 也被称为离线式开关电源、隔离式开关电源和高压开关电源，典型的特征是电源的输入端是市电，输出端和输入端一般需要隔离，220V 和 110V 两种民用市电体系是我们比较熟悉和常见的，针对工业交流电源体系的比较少见，但实际市场容量却是比较大的。

开关电源的效率（包括待机功耗）和 EMI（电磁兼容）问题是目前电源技术的热点，被大家看好的数字开关电源已经开始有实用产品进入市场。PFC（功率因数补偿）、有源钳位、同步整流是近年有代表性的与开关电源密切相关的技术，异步整流技术是可预见的未来电源技术的一个方向，本文虽未涉及，但很值得我们关注。

UCC28600：准谐振 PWM 控制器

UCC28600 是 TI 推出的反激式（flyback）准谐振 PWM（脉冲宽度调制）调制控制器，集成高性能节能管理技术，绿色模式和自适应降频（frequency fold–back）方式，能够合理地调整开关电路的工作频率，降低系统在轻负载和空载条件下的能源消耗，准谐振模式则可以减少 EMI 和开关损耗。其他的特性还包括低启动电流、可编程的过压保护和软启动、逐周期检测方式的过流保护、初级 “打嗝”方式的过流保护以及 PFC 禁用端子等。

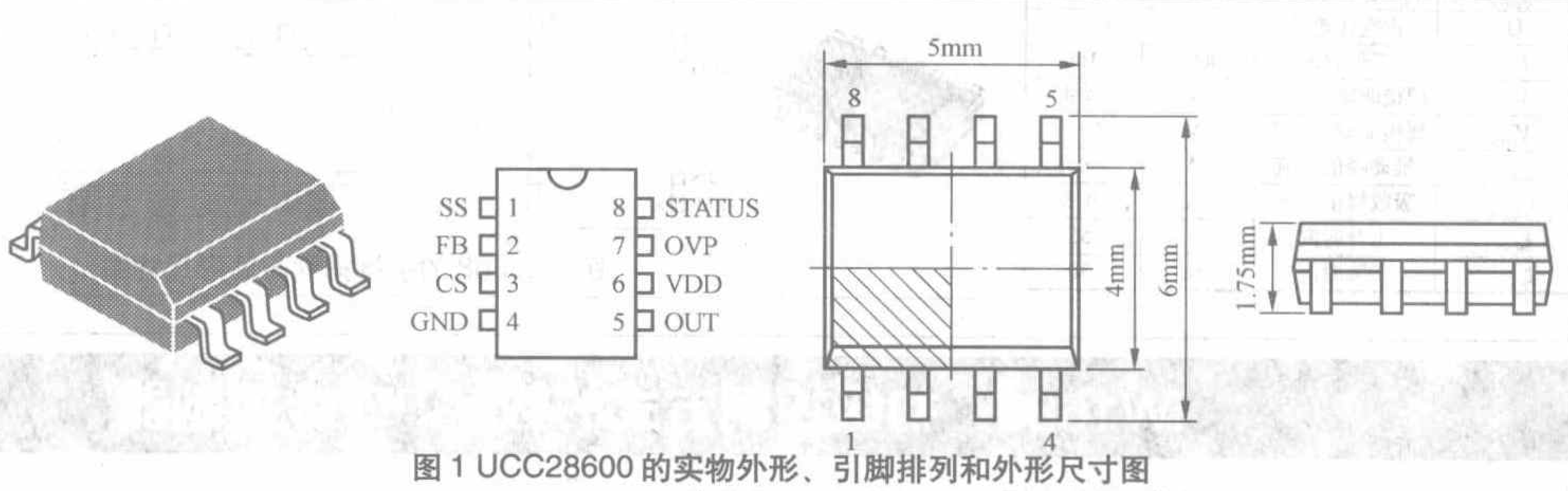


图 1 UCC28600 的实物外形、引脚排列和外形尺寸图

UCC28600 可用于 LCD 显示器和电视机、PDP 电视机、机顶盒、电源适配器和离线式电池充电器、200W 以下的高效率通用开关电源等，采用 8 引脚的 SOIC 扁平封装，它的实际外形、引脚排列和外形尺寸参见图 1，主要技术参数见附表，典型应用原理图参见图 2，图中的 UCC28051 及外围电路是 PFC 电路。UCC28600 的电子数据文档可以从 focus.ti.com/lit/ds/symlink/ucc28600.pdf 下载。

附表 UCC28600 的主要技术参数（V_{DD} = 15V，T_A = -40°C ~ 105°C）

符号	一般中文含义	单位	典型值
V_{DD}	工作电压	V	≤ 21
I_{DD}	最大工作电流	mA	≤ 20
$I_{STARTUP}$	启动电流	μA	≤ 25
$I_{STANDBY}$	待机消耗电流	μA	≤ 550
D	占空比范围	%	0~99
f	工作频率	kHz	130
			40
t_{RISE}	上升时间	ns	50
t_{FALL}	下降时间	ns	10

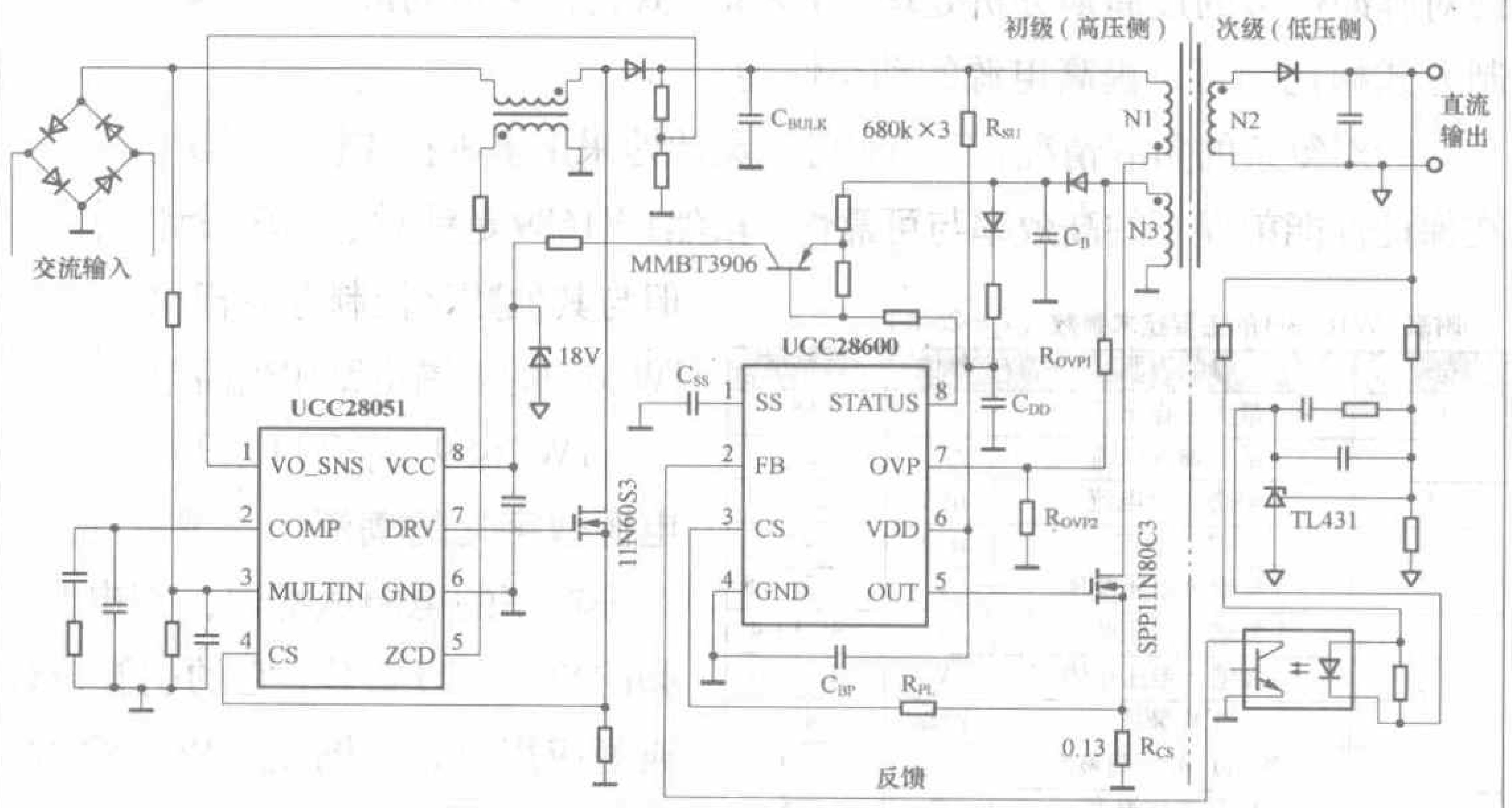


图 2 UCC28600 的典型应用原理图

L6668：电流模式单端驱动模式的PWM控制器

L6668是ST(STMicroelectronics，意法半导体)推出的通用型反激式、电流模式、固定频率PWM控制器。L6668采用峰值电流检测模式（peak–current–mode–controlled），在不同负载条件下能够自动转换于三种工作模式中：满载条件下的定频（Fixed frequency）模式、轻载条件下的自适应降频（frequency fold–back）模式、空载或者极轻负载条件下的脉冲突发（Burst–mode）模式。

L6668推荐用于高端电源适配器和笔记本随机电源、CRT/LCD显示器和电视机等的AC–DC开关电源应用，推荐的PFC控制电路是L6561、L6562及L6563。L6668采用16引脚的SO16扁平封装，它的实际外形、引脚排列和外形尺寸参见图1，主要技术参数见表2，典型应用原理图参见图2。L6668的电子数据文档可以从www.st.com/stonline/products/literature/ds/11377.pdf下载。

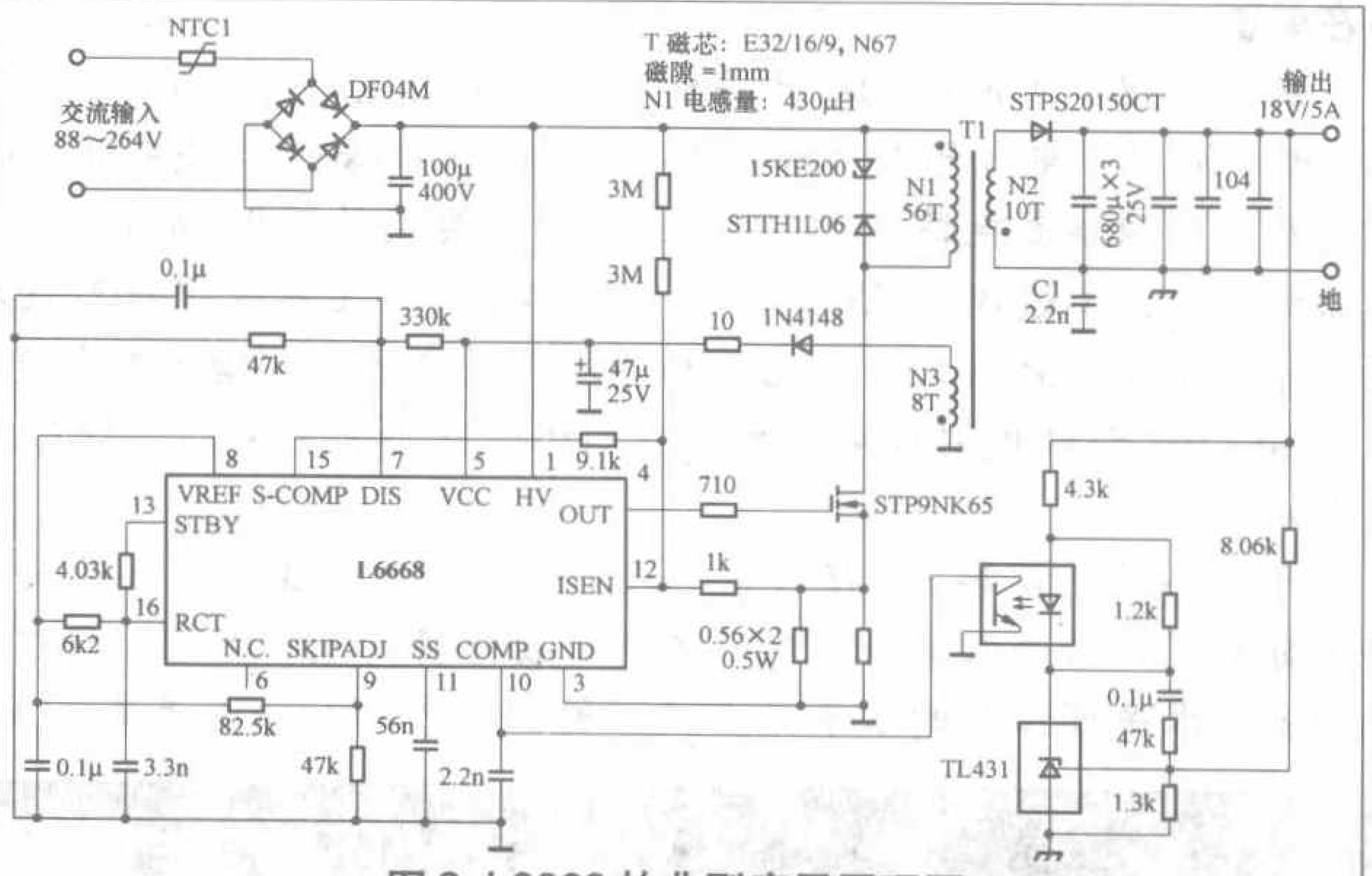


图2 L6668的典型应用原理图

附表 L6668的主要技术参数（V_{DD}=15V，T_A=0℃～105℃）

符号	一般中文含义	单位	典型值
V_{CC}	工作电压范围	V	9.4～22
V_Z	击穿损坏电压	V	22～28
I_q	静态电流	mA	2
$I_{START-UP}$	启动电流	μA	150
V_{HV}	HV端击穿电压	V	700
$V_{HVstart}$	HV端启动电压	V	80
I_{charge}	V_{CC}端充电电流	mA	0.85
D	占空比范围	%	0～75
f_{SW}	工作频率	kHz	100
V_{OL}	栅极驱动低电平	V	≤1
V_{OH}	栅极驱动高电平	V	10.3
$I_{sourcepk}$	推动峰值电流	A	–0.8
I_{sinkpk}	吸收峰值电流	A	0.8
t_{RISE}	上升时间	ns	55
t_{FALL}	下降时间	ns	30

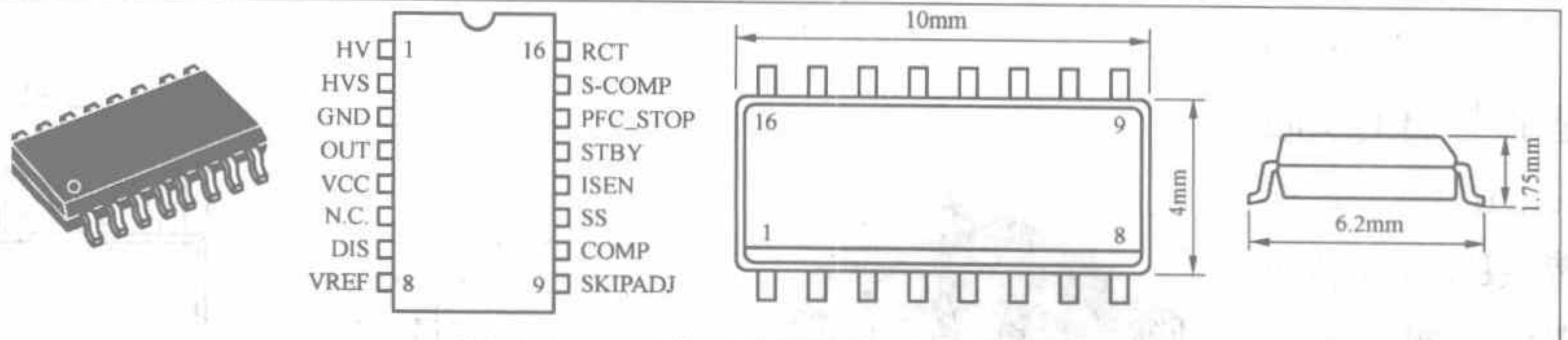


图1 L6668的引脚排列与外形尺寸图

iW1689：初级控制方式的数字PWM控制器

iW1689是iWatt公司推出的适用于小功率AC/DC开关电源的高性能数字PWM控制器，采用初级（原边）控制技术，用iW1689构成AC/DC开关电源时无需像次级（副边）控制技术的电路那样采用光耦等隔离型反馈元件，可以进一步减小系统的体积和提高可靠性。iW1689采用典型的反激式拓扑结构，峰值电流检测模式，内部集成高性能DAC，以实时方式实现对脉冲信号的逐周期分析处理，与模拟方式目前采用的最高逐周期控制方式相比，可以提高电源的动态性能。

针对复杂的负载情况，iW1689可以灵活地采用多种操作模式以实现在保证性能前提下的高效率与可靠性，虽然iW1689是针对小功率设计，但与其他数字控制方案相比，iW1689的外围电路相当简单。

iW1689符合目前开关电源数字化的潮流，主要针对小功率的电源适配器、充电器和DVD、机顶盒等应用。iW1689采用5引脚的SOT–23封装，它的引脚排列与外形尺寸见图1，主要技术参数见附表，典型应用电路见图2。iW1689的电子数据文档可以从www.iwatt.com/products/pdf/iW1689_PB.pdf下载。

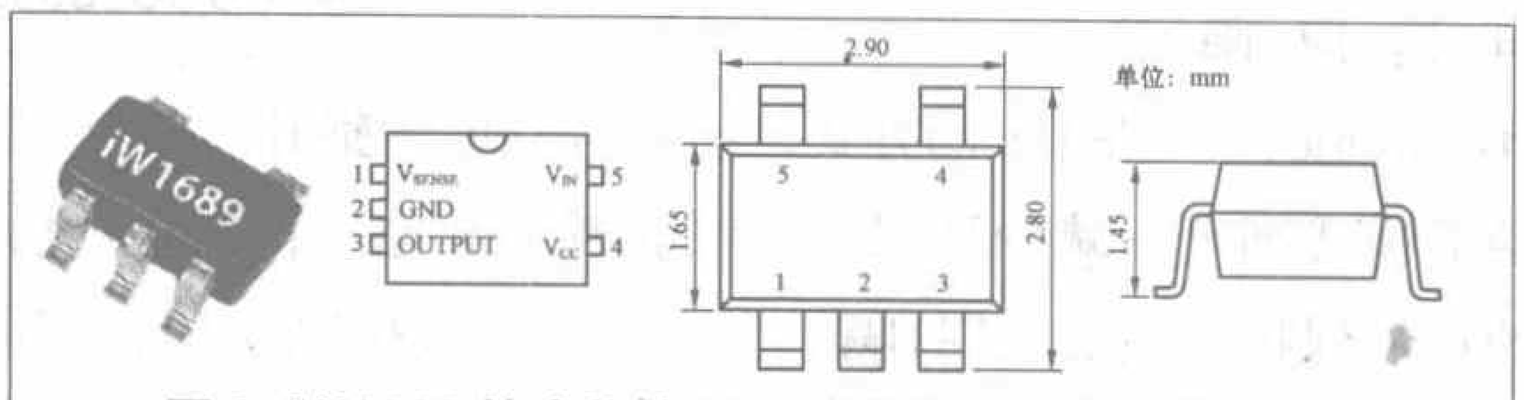


图1 iW1689的实物外形、引脚排列与外形尺寸图

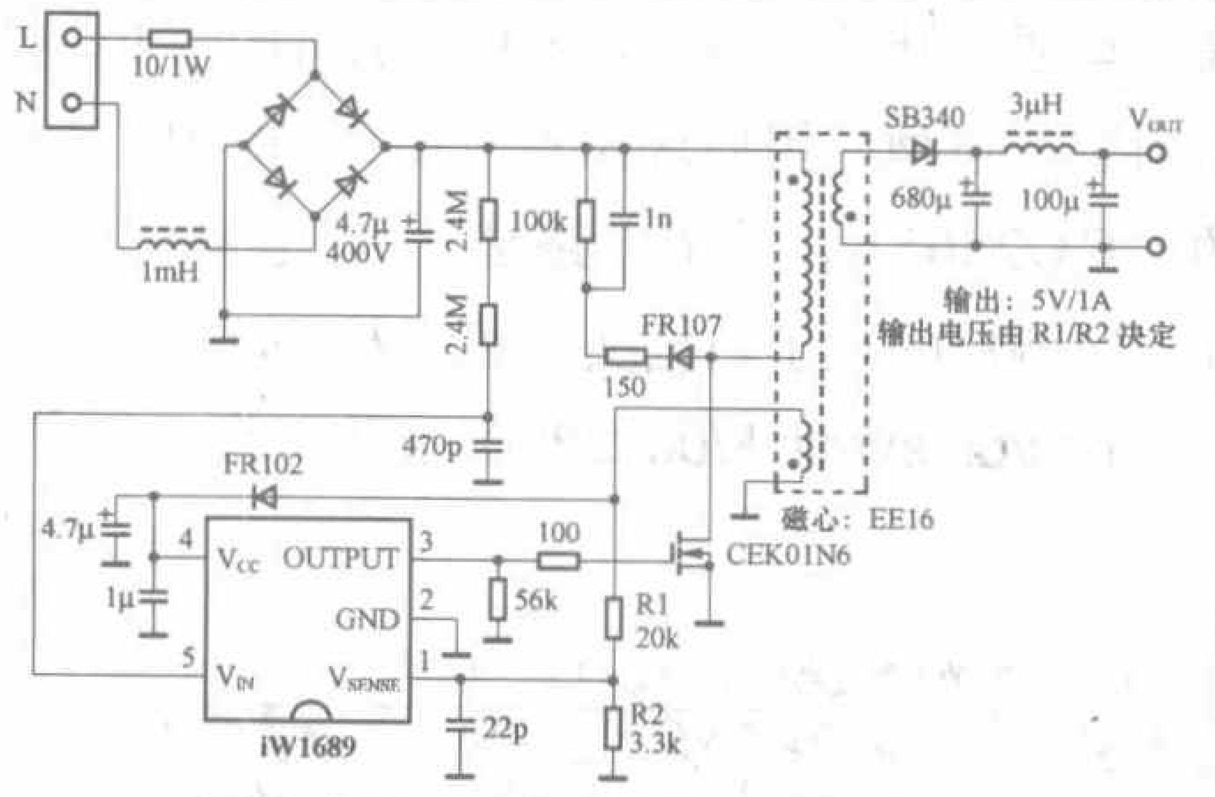


图2 iW1689的典型应用原理简图

附表 iW1689H的主要技术参数（T_A=-25℃）

符号	参数说明	单位	典型值
V_{CC}	最大工作电压	V	16
I_{CC}	最大输入电流	mA	20
I_q	静态工作电流	mA	2.5
$I_{IN(ST)}$	启动电流	μA	8
	3脚输出电压范围	V	–0.3～18
	1脚输入电压范围	V	–0.3～4
	5脚输入电压范围	V	–0.3～18
	工作频率	kHz	40
	（输出）电压调整率	%	±4
	极限工作温度	℃	125

PKS607：单片式高峰值输出功率型离线式开关电源集成电路

PKS607是PI（Power Integrations）推出的PeakSwitch系列高峰值输出功率型单片式开关电源集成电路，连续输出功率和峰值输出功率在交流输入电压为230V±15%的条件下分别达到了75W和127W。与早期推出的同系列的PeakSwitch IC相比，PKS607可提供更高的输出功率，与广为熟知的TOP Switch单片式开关电源IC相比，PeakSwitch IC具有高峰值输出功率能力，主要针对那些对峰值/平均功率比(peak–to–RMS)要求极高的应用，比如打印机、音响类设备以及家庭娱乐系统等。

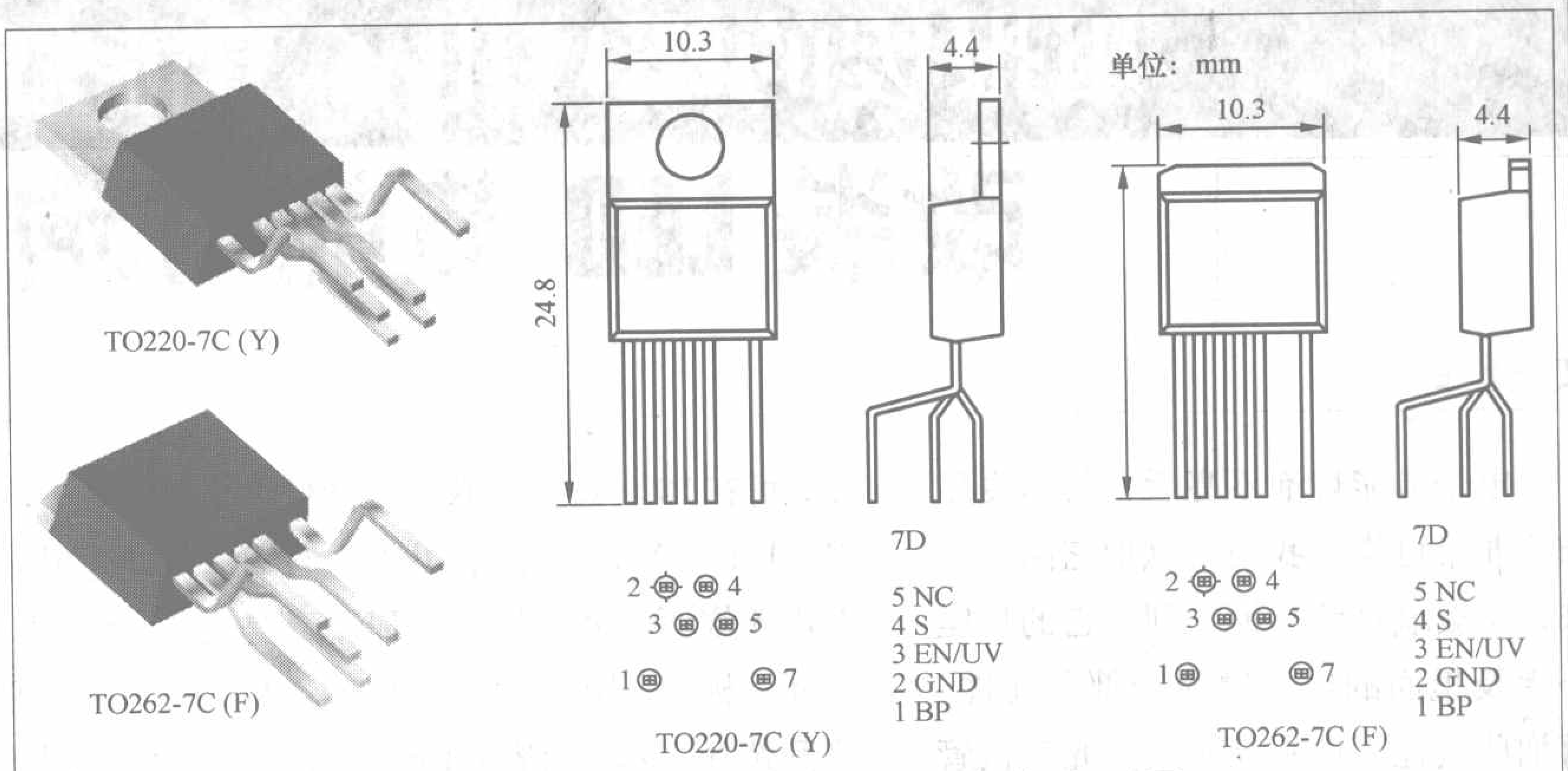


图1 PKS607的实物外形、引脚排列与外形尺寸图

PeakSwitch系列单片IC集成了700V MOSFET和低压控制电路，集成了自动重启动、延时热关断保护以及能够降低EMI的频率抖动功能，自适应开关频率调节技术在空载条件下可以低至1kHz以下，在交流265V输入条件下的空载功耗能够维持在200mW的水平。采用PeakSwitch系列单片IC能够设计出符合当前所有的节能标准的电源，包括“能源之星”协议中的有关打印机的能效标准。

PKS607有两种封装形式：Y封装(TO220–7C)和F封装(TO262–7C)，它的实物外形、引脚排列与外形尺寸参见图1，主要技术参数见附表，典型应用电路图参见图2，PKS607的电子数据文档可以从www.powerint.com/PDFFiles/pks_family_datasheet.pdf下载。

附表 PKS607的主要技术参数（T_A=-40℃～125℃）

符号	一般中文含义	单位	典型值
V_{BP}	BP脚的电压	V	5.8
I^2f	功率系数	A²kHz	2493
I_{LIMIT}	D引脚最大电流	A	3
DC_{MAX}	最大占空比	%	65
f_{OSC}	工作频率	kHz	277
I_{INIT}	初始电流	mA	≥2.25
$R_{DS(ON)}$	饱和导通电阻	Ω	3
BV_{DSS}	击穿电压	V	≥700

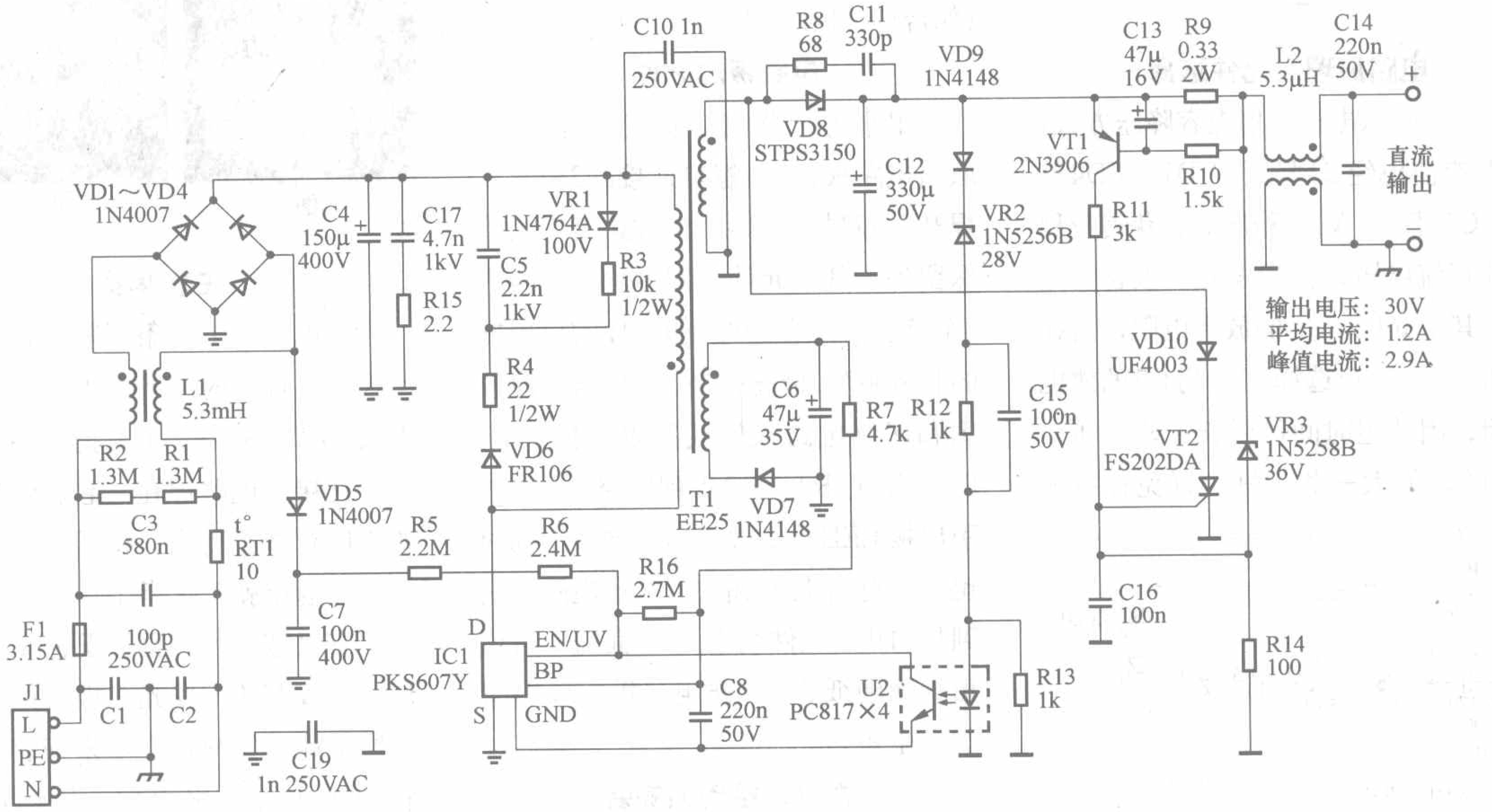


图2 PKS607的典型应用原理图

用报废的螺口电子节能灯泡改装LED节能灯泡

文/杨 喆

电子节能灯泡不亮后，作为废品扔掉非常可惜。我们可以把它回收起来，将玻璃灯管去掉，利用它的灯座外壳及里面的电子镇流器部分元件，再加些其他元件和高亮度发光二极管制成LED节能灯泡。

此灯根据底座的大小，可做成各种不同灯头的发光二极管灯泡，完全可替代电子节能灯，直接拧到灯口上，既省电又方便实用，其外观如图1所示。

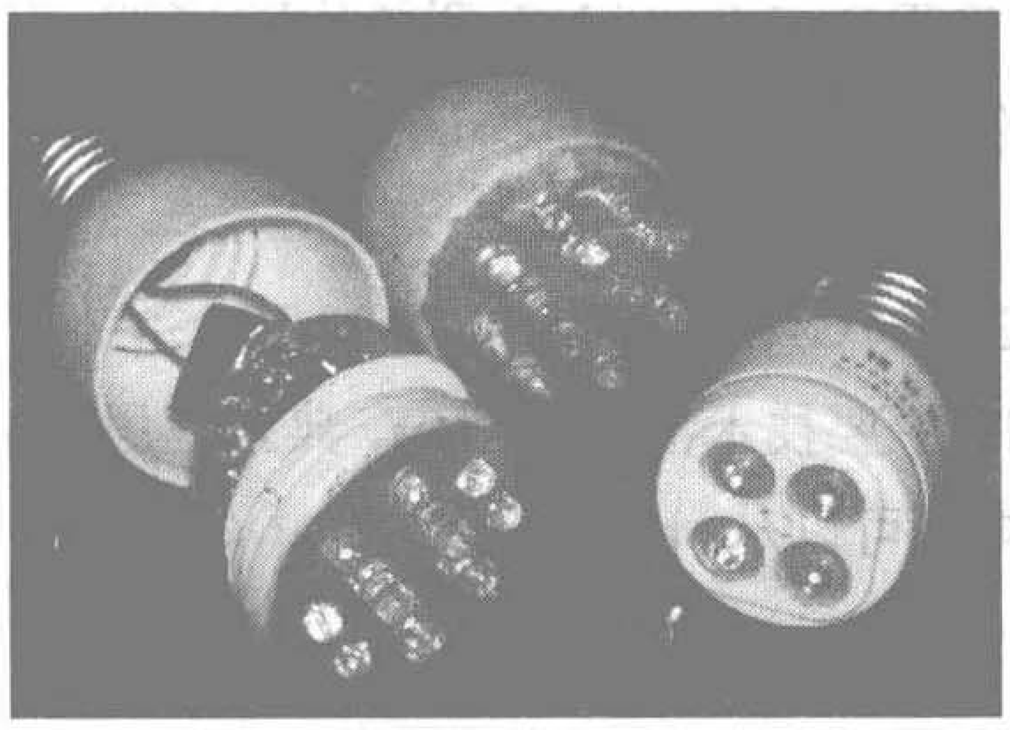


图1

电路原理及元件选择

图2所示电路采用电容降压方式，220V交流电经C1降压，VD1～VD4整流，C2滤波。VD5稳压后，获得较稳定的直流电压，作为发光二极管的电源。其中R1为C1的放电电阻，可在470kΩ～1MΩ选择。R3为C2的放电电阻，因放电时间可以长一些，所以R3的阻值大一些为好，以免耗电太多，可在100kΩ～500kΩ之间任意选择。R2为降压电阻，防止开关灯时瞬变电流烧坏VD5稳压管和LED高亮度发光二极管，阻值可在150Ω～200Ω之间选择。降压电容C1可选0.47μF耐压400V。稳压管VD5应根据灯上高亮度发光二极管的个数来选择。因为每个发光二极管工作电压在3.2V～3.4V之间，所有发光二极管又是串联，因此VD5的稳压值$V=(3.2\sim3.4)\times$串联发光二极管的个数。稳压二极管的功率宜选用1W。电阻全部用1/4W，电解电容C2的耐压值应大于稳压管的稳压值，容量在50μF～100μF选择。高亮度发光二极管可选用散射角为30°和120°的任何一种或两种混合使用，混合使用可提高局部亮度，又可照顾周围亮度，对于需要局部亮度高的（如台灯）选用30°角LED管。

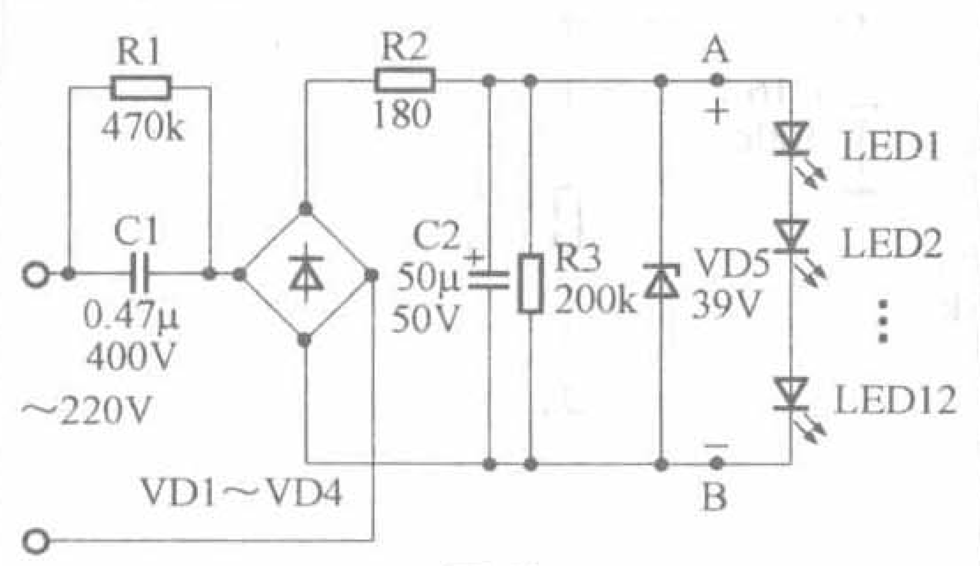


图2

电路板的制作

用小刀把节能灯底座的盖撬开，取出电路板，把与螺口连接的2根导线焊开。电路板上除4个桥式整流二极管保留外，其余元件全部拆除，并检查4个整流管是否完好，如有坏的可用好的1N4007二极管替换。然后根据原理图和印制电路板的线路走向把C1、C2、VD5、R1～R3焊到电路板上，并引出接LED的2根正负电源线。同时也接好灯口上的2根线，并把电路板塞到灯口内（元件朝下）。上面盖一片圆形绝缘硬纸片，以防电路板与LED管脚发生短路。

发光二极管的安装

找一个铝制啤酒易拉罐，将罐底剪下，按照节能灯盖直径大小把罐底剪成小圆铝片。在上面均匀冲出Φ5mm孔（以发光二极管插入较紧为准），两孔之间中心距离不小于8mm，外圈的孔中心距圆铝片边缘距离宜≥5mm如图3所示。把发光二极管正极套一根0.5cm长的小塑料管以区别正负，然后把管脚全部剪到1cm左右长，从圆片的凹面侧插入孔内，把全部LED管按串联方式焊好如图4所示。再把节能灯的塑料盖上开一个比圆铝片直径小6mm左右的孔（以能扣上带发光二极管的圆铝片为准），并用胶粘好。把串联后的发光二极管剩下的正、负极与电路板上引出的2根软线按正负焊在一起，检查无误后，扣上盖即告成功。

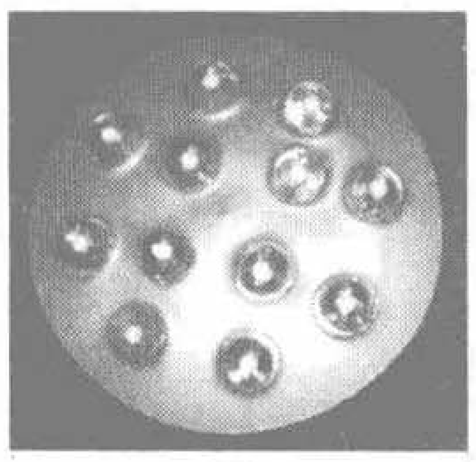


图3

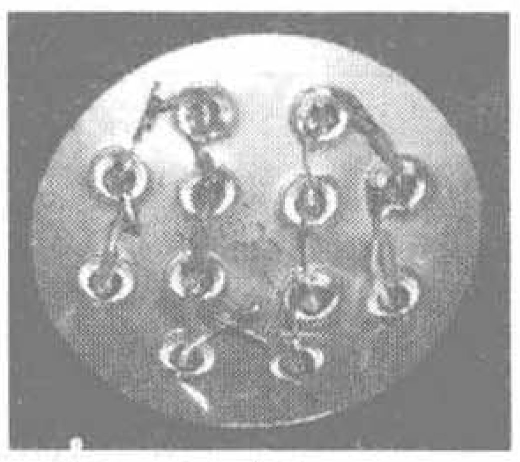


图4

注意事项

因电路板上每条印制电路之间距离很小，焊接时应特别细心，最好用尖头20W电烙铁，不要把焊锡与旁边不应连接的电路焊在一起。此电路只要稳压管选配得当，接线无误，不需调整，通电就可正常工作。

有兴趣者可根据情况任意变化外形，如安装4个发光二极管可直接利用原节能灯塑料盖上原来安装玻璃灯管的4个孔（里边衬一块铝片再冲眼）。

我对制作LED照明灯的几点认识

文/史广生

笔者用18只白光LED制作了照明台灯，刚开始的一周LED很亮，目测亮度也基本一致，后来LED的亮度就逐渐下降，最后只有7、8个LED正常发光，其他LED只能发出微弱的光，光亮度衰减非常快。

从LED发光的原理上看，它是用半导体材料制成的发光组件，材料使用III–V族化学元素（如磷化镓、砷化镓等），对化合物半导体施加电流，透过电子与空穴的结合，过剩的能量会以光的形式释放，达到发光的效果，属于冷型光源，寿命可达十万小时，即LED是电流型元件。

用作照明的LED，一般买拆机的多，质量不好保证。通过多次反复的制作实验，以及和朋友交流，使笔者不断得到新的认识和体会。下面就谈谈笔者对制作LED照明灯的几点认识。

1.LED功耗问题

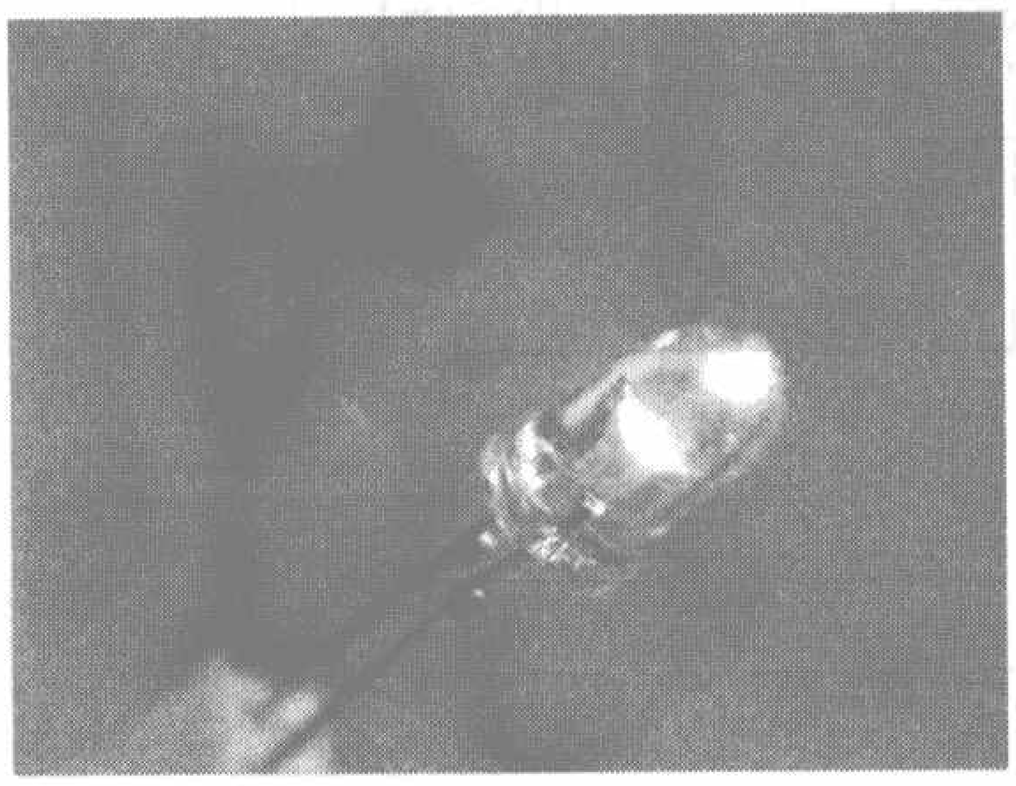
绝对不要挑战LED的极限参数。尤其是超高亮度的LED，其工作电流较大，必须考虑它的功耗问题。特别是现在功率级别的LED照明电路的大量运用，不同功耗的LED千万不要混用在多只LED组成的照明电路回路中。实验证明，光亮度的衰减与发热量大小成正比。

2.工作电流大小

常见的LED的可靠工作电流（非功率级别的），建议不要超过25mA。不同尺寸的LED、不同参数的LED，不要混用在一个照明电路里。用多个白光管做台灯，只测量总电流不行，要挑选每一只电流都一样、工作电压也基本一致的LED才行。笔者曾经用一节3.8V手机电池测试一堆白光LED管，这里面有从10mA到近100mA那样大的差距，挑了若干只一致性好的，控制在25mA内，用了一年还没发现亮度有明显变化！如果多只LED并联使用，参数一致性特别重要！要求并联的LED灯的电压值误差小于0.1V，否则电压值小的LED很快就会发生亮度衰减。建议采取恒流方式供电，这时，电路设计上采用并联、串联都可以。其实，5mm高亮度正品LED在20mA以下工作没有问题。

3.工作温度控制

多只LED电路有正常工作的环境温度范围，低于或高于此范围，发光二极管将不能正常工作，效率大大降低。同时散热问题，也要一并解决。一个是减小工作电流，降低管子的功耗，以亮度不影响照明为准；再一个就是采取恒温措施。如果既不恒流又不控制温度，烧坏LED管是常事，超过60℃对LED就可能造成永久性物理损坏。同时温度变化会产生色移波长，产生不同颜色。这一问题导致了颜色偏移、不一致的色纯度和质量低劣的真“白色”，就是白色不“白”了，偏蓝色或者偏向其他颜色。要想把LED真正做成好的产品，笔者认为做好温度控制才是关键。



如果使用0.5W以下的白光LED，在设计电路时要做成阵列板，每行每列都要留有适当的间隔，如5mm左右，甚至8mm~10mm，在电路的背面安装外壳时，外壳上要留有一定面积的通风散热孔。如果使用0.5W以上的LED，实际安装时，可以买一些户外广告装饰板（俗称铝塑板，一般有3mm厚，也有更大的规格），然后按需要的尺寸规划，打孔，用胶固定住，利用它的一层铝板来传导散热，安装时依然要留有空气流动的通道。如果你还不满足于它的亮度，需要几十只甚至上百只LED同时发光。除了注意以上各点，还需在电路板背后，加上低噪音直流风扇，数量按反光面积和发热量大小而定，最好使用电子自动控制散热，简单的是用热敏电阻，配合LM324组成的比较器，输出控制风扇工作。

4.工作电源质量

影响LED使用寿命的直接因素是高温，导致高温的因素主要是电流。但是，人们往往只注重电流数值大小，而忽视了这个电流的“质量”问题，其实电流质量更重要，也更隐蔽，更容易被忽视。让供电的“纹波”尽可能小一点，让电流的有效值等于平均值，并尽可能减少开机冲击，注意通风散热。这些要求在许多采用电容降压的照明电路中最为突出，要求降压后，一定要稳压，稳压数值适当高于LED工作电压的10%，因为需要串联限流电阻，抵消它带来的压降。

其实，各大IC生产公司在生产专用的LED驱动电路，从一个侧面也说明如何让LED安全发光，是很重要的。

用廉价DV实现居家防盗

文/陈如柏

笔者家中有一款早年购买的旧DV（广州友基DV3000，CMOS摄像头、300万像素），现在家中又购置了新的数码相机，就把DV3000闲置一边。为物尽其用，笔者邮购了一只红外线探测器见图1，外加简易电路就实现了居家录像防盗功能。现将该实现方法介绍给读者。

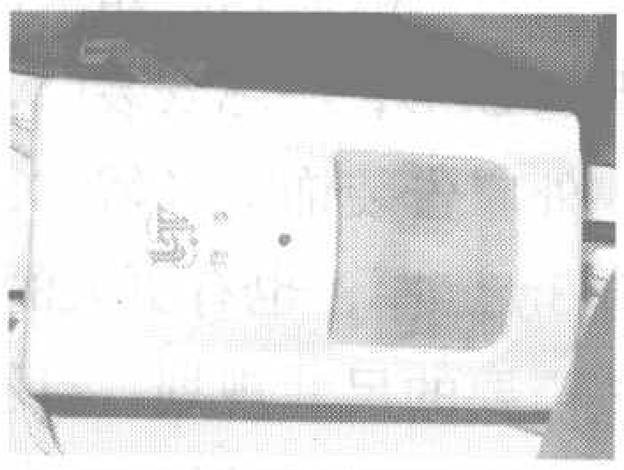


图1

笔者制作了如图2所示的电路。该电路的作用是根据红外探测情况，控制DV进行录像。电路中，220V市电经电源开关S和红外探测器HW内部继电器K的常开接点，加到电源变压器T上，再经桥堆QL整流、电容C1滤波，为延时电路提供电源。其工作过程是：当家人外出时，闭合电源开关S，电路进入待机状态，之后如果有人进入家中偷盗，红外探测器立即动作，其内部继电器K的常开接点闭合，接通延时电路电源，继电器K1动作，其常开接点K1-1瞬时闭合，接通DV的5V电源。而后电容C2充电，有约2s延时，IC1翻转，IC1的3脚输出高电平，继电器K2动作，其常开接点K2-1闭合，开启DV的录像电源。紧接着电容C5充电，有约4s延时，IC2翻转，IC2的3脚输出高电平，继电器K3动作，其常开接点K3-1闭合，开启DV的录像功能进行录像。在继电器K2、K3回路串入电容C4、C7，目的是让K2、K3闭合一下后马上又打开，模仿人手按动DV3000的轻触键。录像时间的长短取决于红外探测器HW的延时。随着K1、K2、K3的依次闭合就完成了一个自动录像过程，直到红外探测器延时结束。如果监视现场还有人活动，则再次启动该装置进行录像，如此循环往复直到DV的存储卡录满为止。

该电路的制作使用方法是：

1.首先打开DV的外壳，用有颜色的6根排线，两根一组分别并接到DV的电源、电源开关和录像键上，并引出壳外待用。

2.把电源变压器及电路板放入事先准备好的塑料外壳中（笔者用的是塑料饭盒），

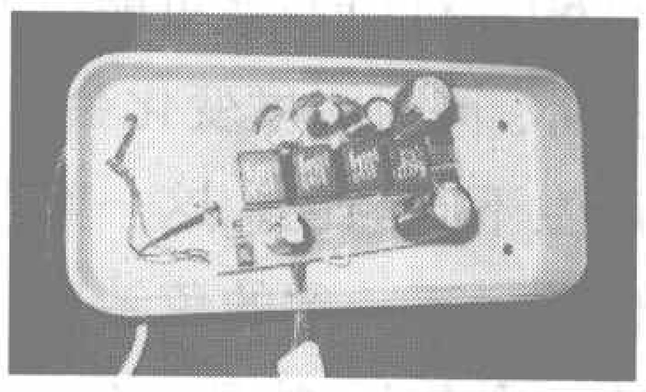


图3

然后再用有颜色的6根排线把K2、K3及串入K1的+5V电源引出盒外待用，见图3。此处的5V电源是用IC3稳压获得的，目的是保证DV能安全可靠地工作。

3.最后用6芯接插件JC把DV的6根线和延时电路的6根线按颜色连接起来即可见图4。

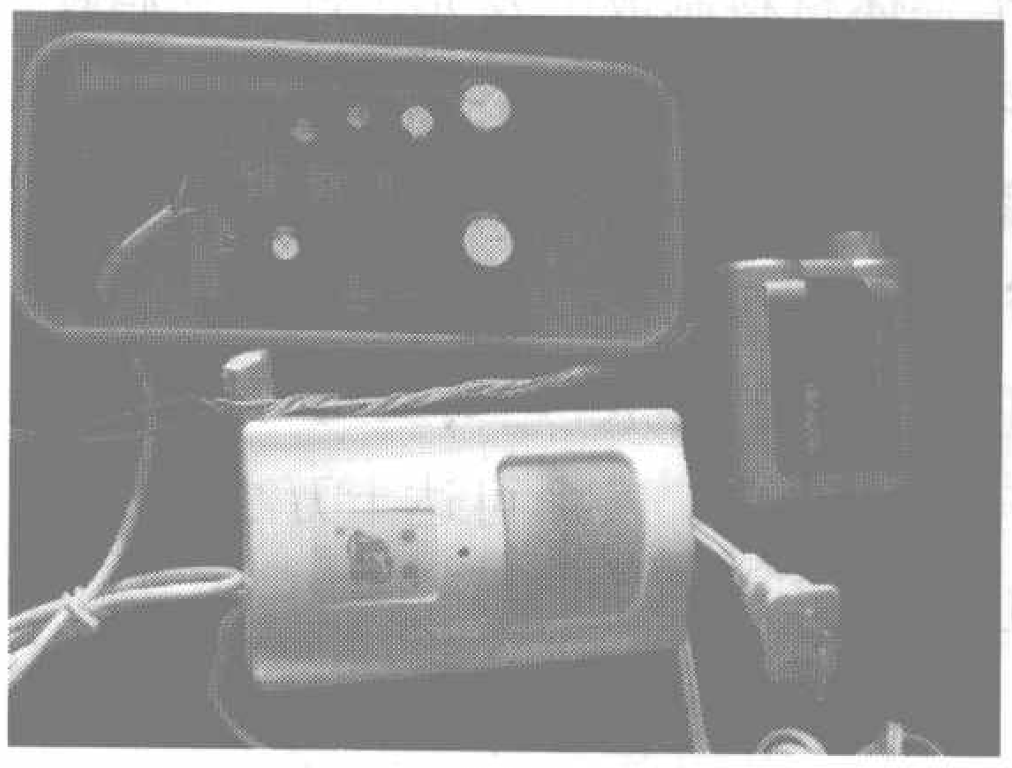


图4

该电路需要进行简单的调试。电路全部焊接完后，检查元器件安装及焊接应无问题。先不使用红外探测器的红外功能，而是短路红外探测器中继电器K的常开接点，闭合电源开关SB，K1立即动作，其常开接点应闭合良好。然后调电位器RP1使IC1有2s延时后K2应动作，此时能看到DV的屏幕画面。接下来再调RP2使IC2延时4s后K3应动作，此时可看到DV的录像功能“REC”打开，正在进行录像，至此调试结束。最后断开电源，并把红外探测器内部继电器的常开接点短路线断开。

使用时，把红外探测器的电源插头插入电源并合上延时电路的电源开关S即可。该电路在待机状态时不耗电，只有红外探测器耗用很少的电能。

电路中的变压器T选5W、220V/6V，桥堆选RS307L，继电器选4098，电压6V。其他元件参数见图2。

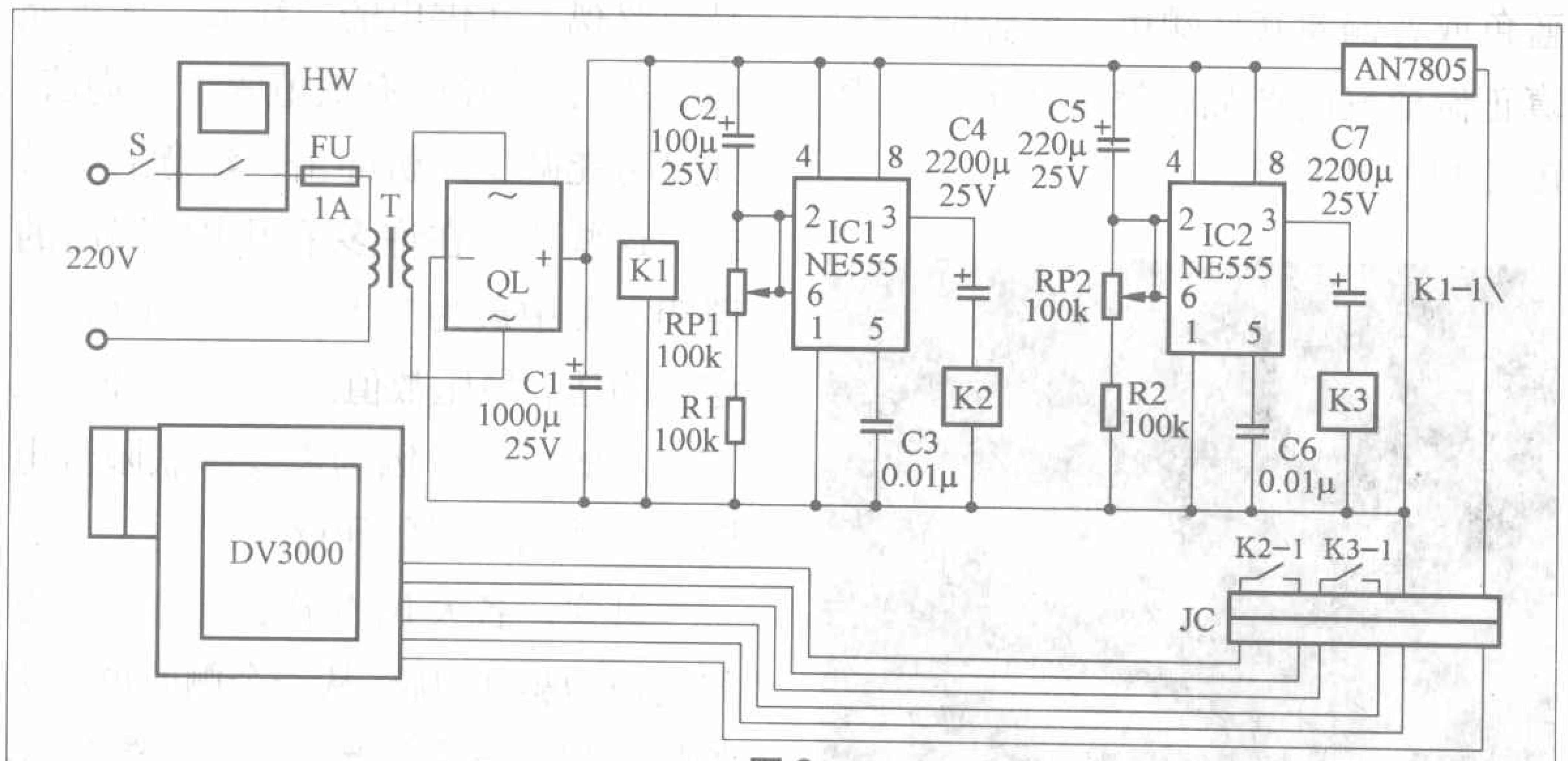
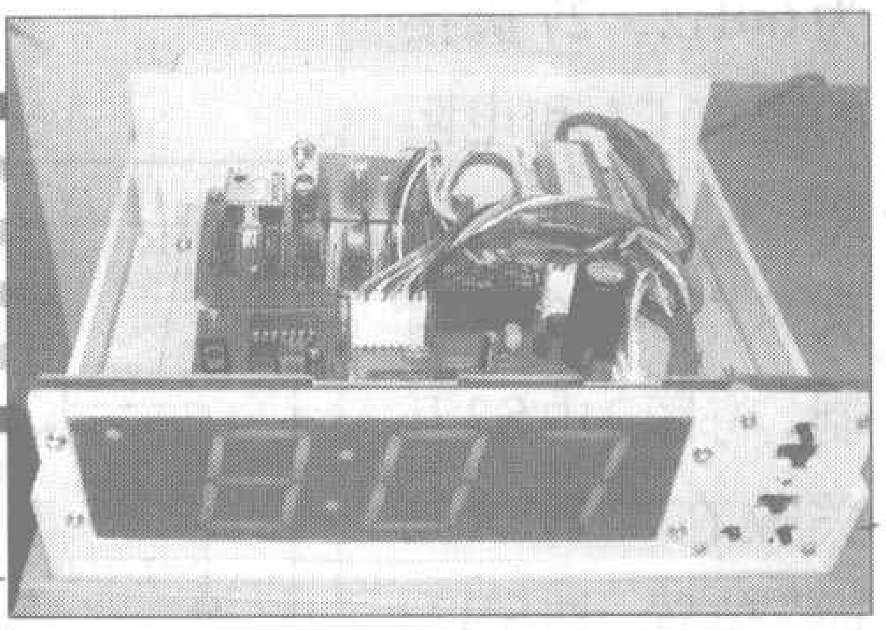


图2

编者按： 本文介绍的电路采用了社会拥有量非常大的LM8560数字钟驱动电路，该芯片曾是我国专业制作数字钟和定时收音机厂商的常用芯片，但它受交流电网的频率影响较大。有爱好者曾用MM5369来作为LM8560的频率源以克服交流电网的影响，但在频率的稳定性和精度上不如采用石英晶体振荡电路作信号源好。本文作者通过实践改进，用温补晶体振荡电路作频率源，设计了这款走时准确可靠的时钟定时电路。

改进的时钟定时电路



文/罗文 罗清华

笔者设计了一个时钟定时电路，可以实现直通、定时开关、闹钟定时等功能，该电路制作容易、走时准确、使用方便，不仅可以用于控制音响设备的定时开关，还可以应用到其他需要定时控制的电子设备中。该电路包含了大尺寸高亮度LED显示屏，能显示12小时制的时间、上下午及闹钟功能是否开启。其定时功能有1小时定时及半小时定时两种，定时启动后，连接的电子设备开启，1小时或半小时后自动停止。如果定时与闹钟功能结合使用，就可实现在预定时间上控制设备启动，启动后持续1小时或半小时，然后自动关闭设备。笔者用该电路与音响设备连接，能实现晚上音乐伴随入睡，而早晨被新闻播报唤醒。

该电路分为以下几部分：

1.定时电路

总体电路及半小时定时电路如图1所示。开关S3为直通开关，时钟输出继电器K1提供时钟定时（按预约时间启动或定时1小时），K2提供半小时定时。这三者的关系是：S3或K1动作，则K2不能动作，S3与K1可以同时动作，三者不会冲突。

在图1的半小时定时电路中，电源电压经电容C4转为电流源，在负载电阻不太大的情况下，电流由电容确定。220V/50Hz电压加在1μF电容上可得到69mA的交流电流有效值，经整流滤波变为62.1mA的直流电流。继电器K2线圈电压为12V，电阻为400Ω，动作电流为30mA。若采用0.56μF/400V的电容，提供的电流为0.56×62=34.7mA。按动SB6，电路通电后，图1中C点电位即电容C5上的电压按指数规律由0上升，而D点电位立即建立，因此C点电位低于D点电位，三极管VT1、VT2均截止，电流只流过R3、LED3及R4、R6、K2两条支路，K2通电，接点闭合，向负荷供电。流过R3、LED3的电流为4.7mA，流过R4、R6、K2的电流为30mA，按图中电阻数据，则可计算出直流电压为16.4V。R3电阻值为3.1kΩ，可取3kΩ。加入R4的目的是使D点电位起码低于电源正极两个二极管压降，加入R6的目的是适当调整D点电位，从而改变定时。D点电位为13.4V，K2的电压为12.0V。电容C5充电至14.7V时VT1、VT2导通，K2失磁。时间常数$T=C5\times R5$，C5取1000μF，R5取800kΩ，则时间常数为800s。据此计算定时时间为30.2min，如果要求不同的定时，只需调整R5即可。

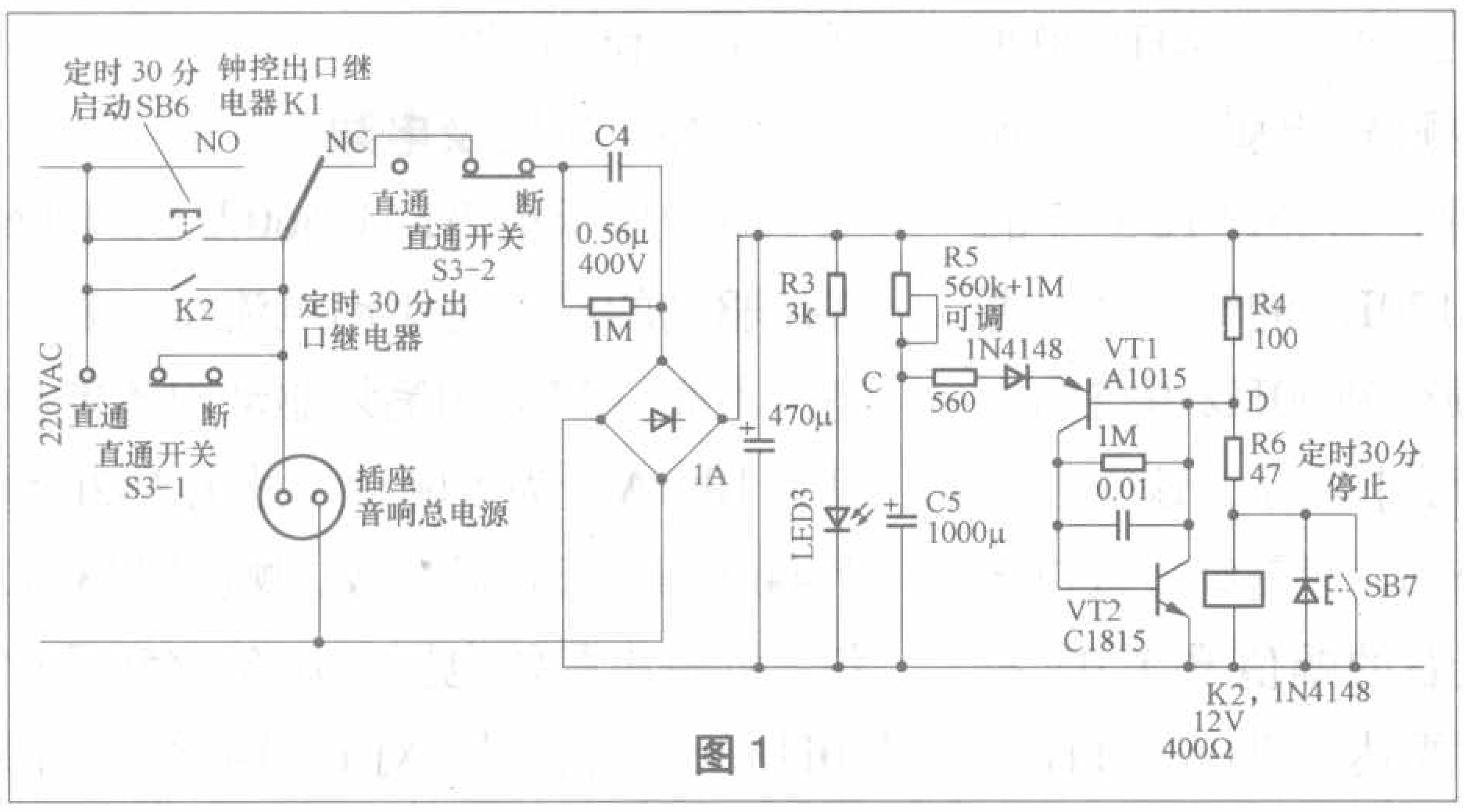


图1

该电路制作的要点是要挑选漏电小的电容C5。一般耐压高的电容漏电要小一些，可用15V电源向电容充电，稳定后串入微安表测量漏电流，应在1μA～2μA内。

2.时钟电路

在图2所示的时钟电路中，采用LM8560（或功能相似的TMS3450）。1～14脚为显示器各笔划的输出。15脚为电源正极。16脚为闹输出，该脚在时钟到达设定闹点时，输出用2Hz调制的约900Hz的音频信号（频率与R1、C1有关），经VD3、C2整流、滤波后得到一个直流电压，通过三极管VT3启动继电器K1（下文所谓‘启动闹’均指启动K1）。17脚为睡眠（即59分定时）输出，16脚与17脚信号经VD1、VD2组成的或门启动K1。18脚为闹关闭。19脚为闹时显示。二极管VD4、VD5用于判断是正常时间显示还是闹钟时间显示。20脚为电源负极。21、22脚用于校分校时，为避免误调时间，开关S1应有三个位置，即校时、切换、校分，不校正时应放切换位。23脚为睡眠启动。24脚在闹钟正闹时，按一次SB4会停闹，隔9分钟会再次启动闹。如闹钟未动作而处于59分定时中进行，则按一次SB4，会停止59分定时。25脚为50Hz/60Hz信号输入。26

脚为50Hz/60Hz选择，26脚接正极时为50Hz，悬空为60Hz。27脚接的电容C1和电阻R1不可缺少。28脚悬空为12小时制。将图2中S2开关放在“显示闹时”位置，按SB3，则显示分与秒，此时可以校秒：S1放在“校时”的位置，如果秒数值小于30，按SB5，则秒归0，如果秒数值大于30，按SB5，则秒加1。校好后将S1、S2开关放回正常位置即可。

如果不采用LM8560这样的专用时钟集成电路，而从60进制的计数器开始则会事倍效半。

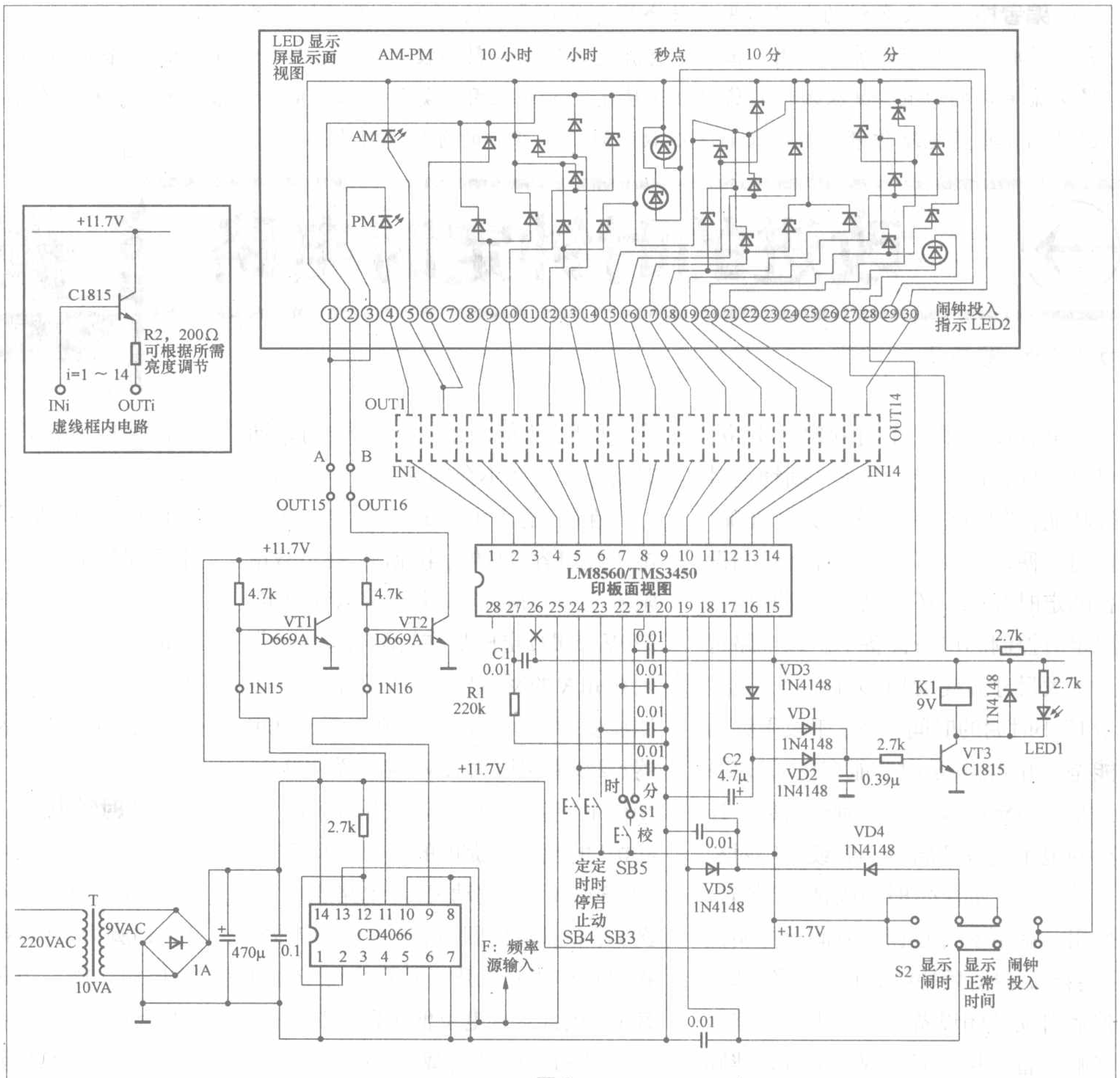


图2

3. 频率源

通常时钟频率源的设计有两种方案，第一种采用MM5369，该集成电路在同一型号下以有无后缀AA为标志，有两种完全不同的输出，MM5369输出的是窄脉冲，100Hz，其第7脚为经过缓冲的频率测试点。而MM5369AA输出的是基本对称的方波，60Hz。两种IC均可与LM8560连用。

石英晶体振荡电路在普通温度使用范围内能获得百万分之几的频率稳定度。为了追求更高的精度，笔者采用了第二种方案。

第二种方案采用温补晶体振荡电路（TCXO），其振荡频率在0℃～50℃范围内，温度稳定性为1ppm或以下。笔者用7.68MHz TCXO设计了一种频率源，见图3。可以进行分频的IC很多，如74HC390，笔者选用的IC仅是手边有的元件而已。如图3所示，温补晶体电路电源电压为5V，但输出的却是7.68MHz的近似正弦波，其负半周波电位约为－5V。因此先采用74HC00与非门对其整形，输出近似从0V～5V的方波。经过IC2 74HC4020的$2^6=64$的分频(输出脚为4)得到120kHz的窄脉冲，再经过IC3-5的1000分频，得到120Hz的窄脉冲，再经过IC6的2分频得到60Hz占空比为50%的方波，波形非常好。该方波不能直接驱动LM8560，而需经过接口电路将0V～5V左右的幅值升至0V～11V。由于频率要达到7.68MHz，IC1-2需要采用74HC系列的高速CMOS IC，其电源电压为2V～6V，为频率的稳定，采用5V稳压电源供电。如采用15.36MHz的温补晶体振荡电路也可以，只需将IC2的分频系数改为$2^7=128$(输出脚为6)即可。若用恒温晶体振荡电路，温度稳定性更可达0.1ppm或以下。

4. 显示电路及电源

LED显示板用LM8560及CD4066直接驱动的缺点是驱动电流小，显示亮度不高。LM8560笔划驱动电流能力只有18mA。为了驱动尺寸为132mm×44mm的LED显示板，测量LM8560各笔划输出脚的电压为6.5V/50Hz/60Hz的方波，因此对1～14输出脚都

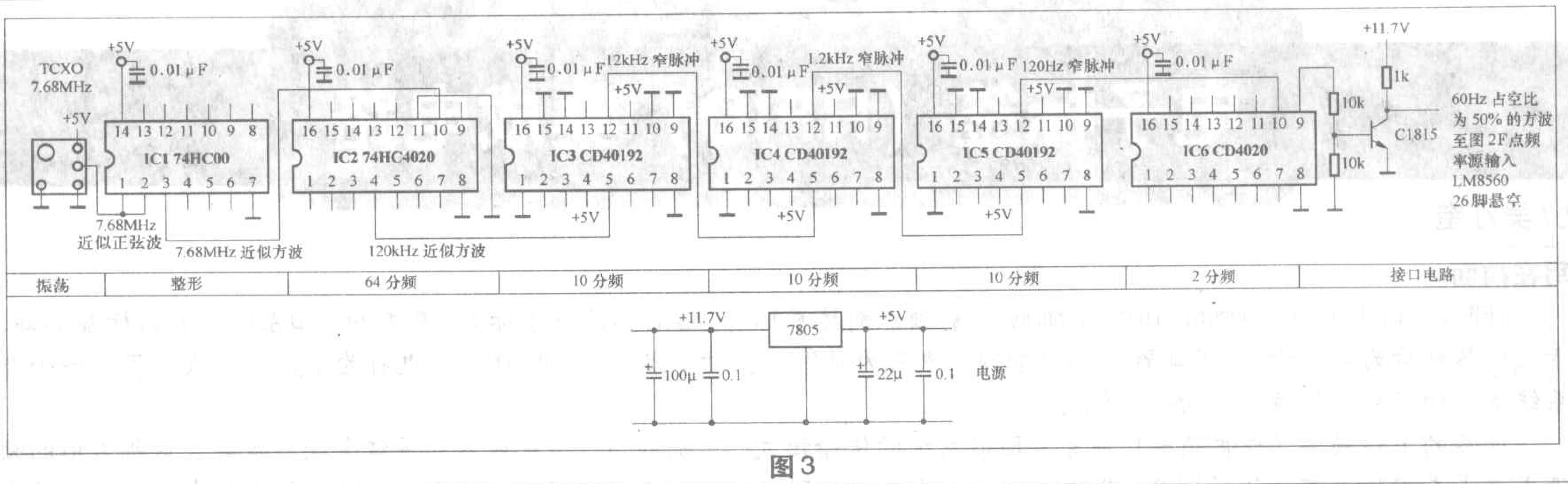


图3

加了图2虚线框内的射极跟随电路。设射极跟随三极管BE结压降为0.65V，LED压降为1.8V，则电阻R2上的压降幅度约为4V，选择电阻R2为200Ω，则电流为20mA。实际测量，LED是可以安全工作的。对于LM8560的第1及第14两脚，电阻可加大至300Ω，相应地两相LED的共阴极至地的电流由CD4066驱动两个D669A三极管来提供，得到较大的电流与亮度。在直流电源电压12V时最大总电流约为400mA，功率为4.8W，可选10VA/ 9V的电源变压器。为降低功耗，除频率源外的电路未采用稳压电源供电。在通电后如果不显示闪动的12:00，而是其他不规则的符号，则有可能LED电源相位搞反，将两相LED电源调换即可。

本制作的时钟电路板、控制面板电路板及温补晶体频率源印制电路板见本期配刊光盘。本电路制作容易，使用效果良好。

编后语： 时钟定时电路是各种电子设备中常用到的功能电路，如何让该电路性能可靠稳定且简单易制是设计者们（包括本文作者）不断追求的目标。编者在阅读本文时查阅了《无线电》杂志以前刊登的文章，今年第5期刊登的一篇名为《用PIC单片机制作LED数字钟》的文章也介绍了类似功能的电路，所不同的是，该文章使用的是常用的8位单片机PIC16F84A，电路非常简洁，编者把该文的简单介绍和电路附在本文之后，读者可以发现单片机电路相对于传统电路能利用其软件优势，在保持电路性能特点的前提下大幅减少元件数量，降低成本，提高可靠性。希望读者能在对比中学习，在学习中提高，从传统电路向单片机电路迈进。

用PIC单片机制作LED数字钟

文/傅劲松

本文介绍的LED数字钟是利用PIC16F84A单片机实现的见图1，它走时精确，具有定时闹钟功能，时间调整和闹钟设置也非常简单。其电路图见图2。该电路采用9V成品电源适配器供电，输出电流为100mA，再通过三端稳压模块78L05降压给电路供电，闹钟输出部分是低电平有效，通过VT5输出驱动自带振荡电路的BC发声实现闹钟功能。如将BC换成继电器就可以实现对其他家用电器的控制。图2中，SB1、SB2分别为分钟和时钟位调整按钮，SB3为时间调整按钮。（摘自《无线电》2007年第5期）

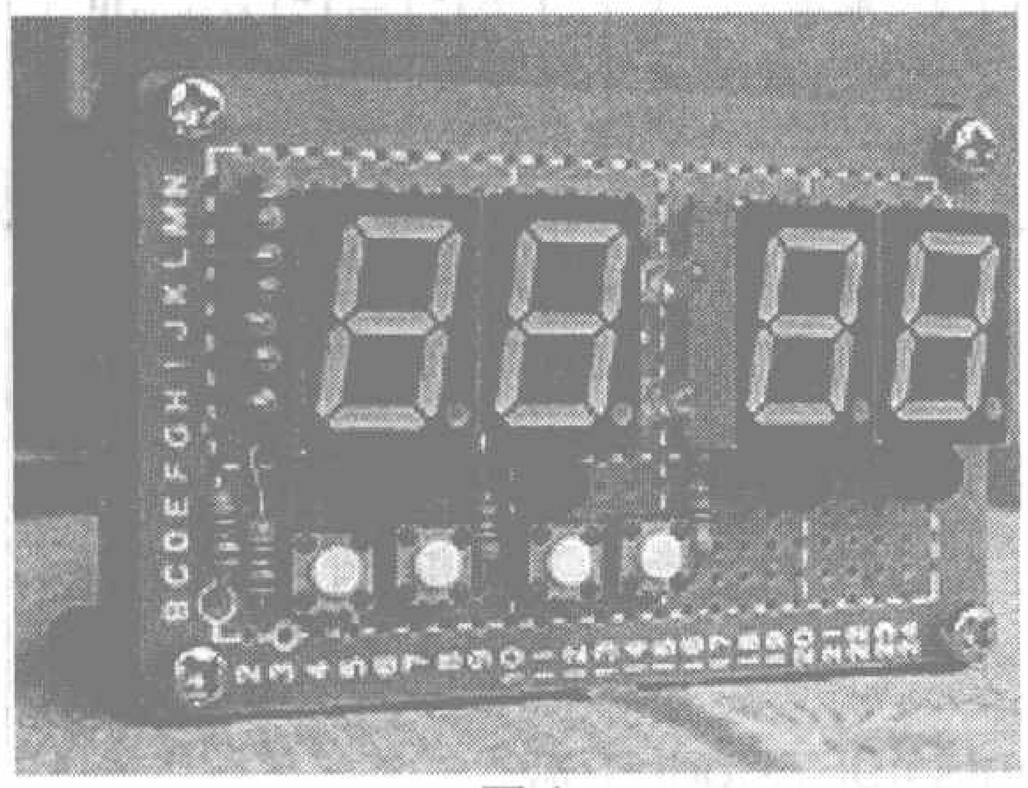


图1

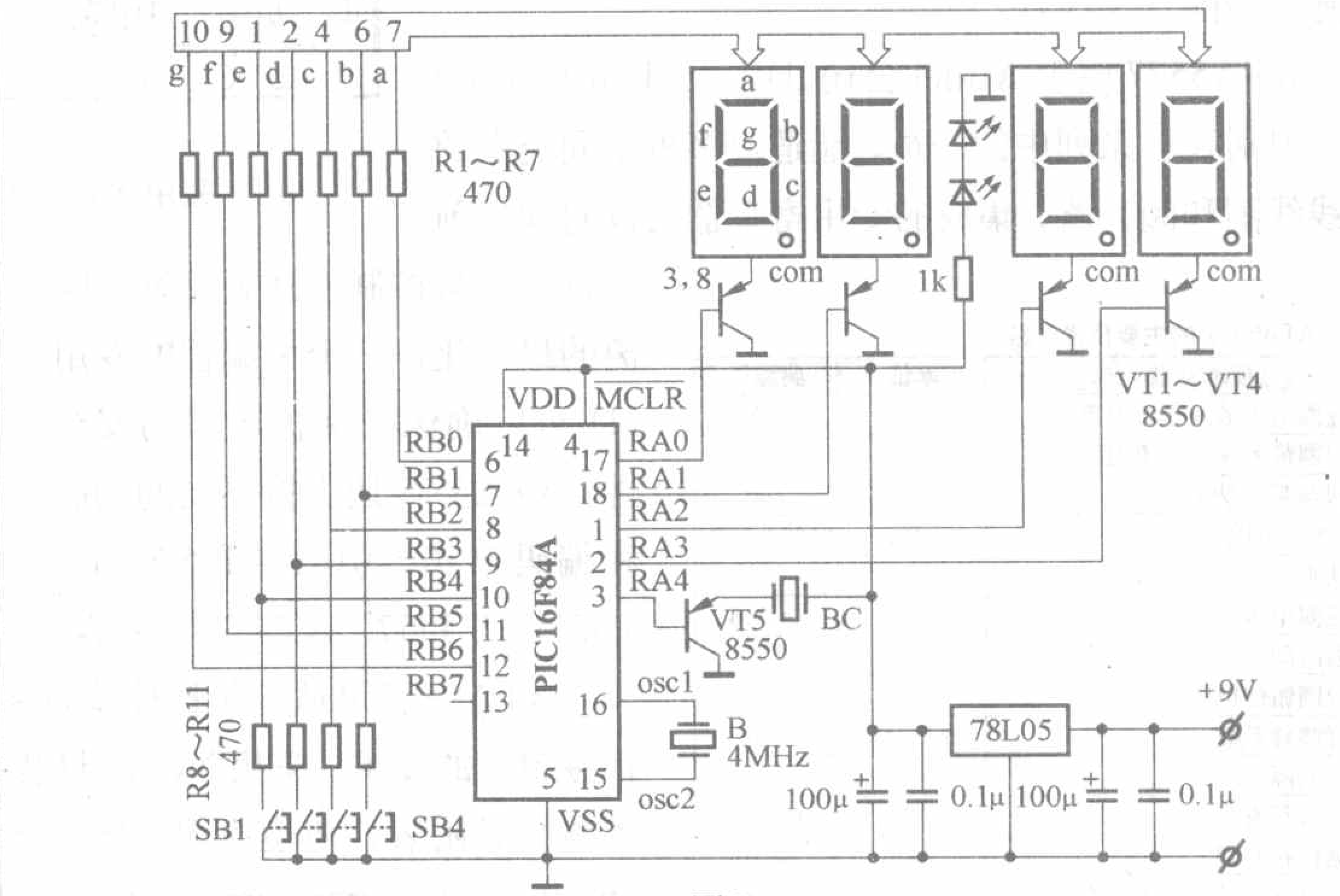


图2

新品速递

电子标签（RFID）集成电路

文/吴红奎

写在前面

RFID（Radio Frequency Identification Technology，射频识别技术）的通俗名称是电子标签，基本的RFID系统一般由标签（Tag，卡式标签也称为射频卡）、阅读器（Interrogator，也称为读写器、读卡器）、主机（Host，也称为基站）组成，在一些小型系统里阅读器和主机被合二为一，统称为读写器。

标签的工作频率（载波频率）决定了RFID系统的传输模式、识别距离、系统成本和系统复杂程度等，它所占用的频段或频点在国际上有公认的划分，载波的调制方式也遵循国际公认的开放性协议。工作在不同频段或频点上的标签具有不同的特点，目前典型的工作频率有125kHz、133kHz、13.56MHz、27.12MHz、433MHz、902MHz～928MHz、2.45GHz、5.8GHz。

依据工作频率不同，标签大致可以划分为以下三种：低频标签（30kHz～300kHz），典型应用包括动物识别、容器识别、工具识别、电子闭锁防盗（带有内置应答器的汽车钥匙）等；高频标签（3MHz～30MHz），典型应用包括电子车票、电子身份证、电子闭锁防盗（电子遥控门锁控制器）等；微波射频标签（超高频与微波频段，300MHz以上），典型应用包括移动车辆识别、电子身份证、仓储物流应用、电子闭锁防盗（电子遥控门锁控制器）等。

上述三种标签与阅读器之间的信号传输基本上属于电磁耦合方式，三种频率的无源标签都是主流的应用，最后一种的有源标签也被广泛应用。

比较常见的与RFID相关的无线通信协议主要有ZigBee（高频）、WiBree(超高频与微波)和RuBee（低频）；有源标签（active RFID，也称为主动RFID)和RFID实时定位系统（RTLS）是目前市场研究的热点。

本文介绍了5种与RFID相关的器件：MAX2021、ATA5577、MLX90121、LRI2K、RI–I11–114A–S1，主要涉及阅读器IC和标签IC以及全功能标签（包含天线和支持物的标签）。

ATA5577：125kHz/134kHz可读/写的RFID无源标签集成电路

ATA5577是Atmel（Atmel Corporation，爱特梅尔)公司推出的可读/写的高性能RFID无源标签集成电路，工作于125kHz或者134kHz频段。ATA5577片上集成了11个区块，每区33 bit共363 bit的EEPROM，可以通过读卡器或者基站进行读/写操作；ATA5577按照ISO/IEC 11784/785标准工作，同时片上还集成了输入谐振电容，全部外围电路只需要一个感应线圈（天线）。

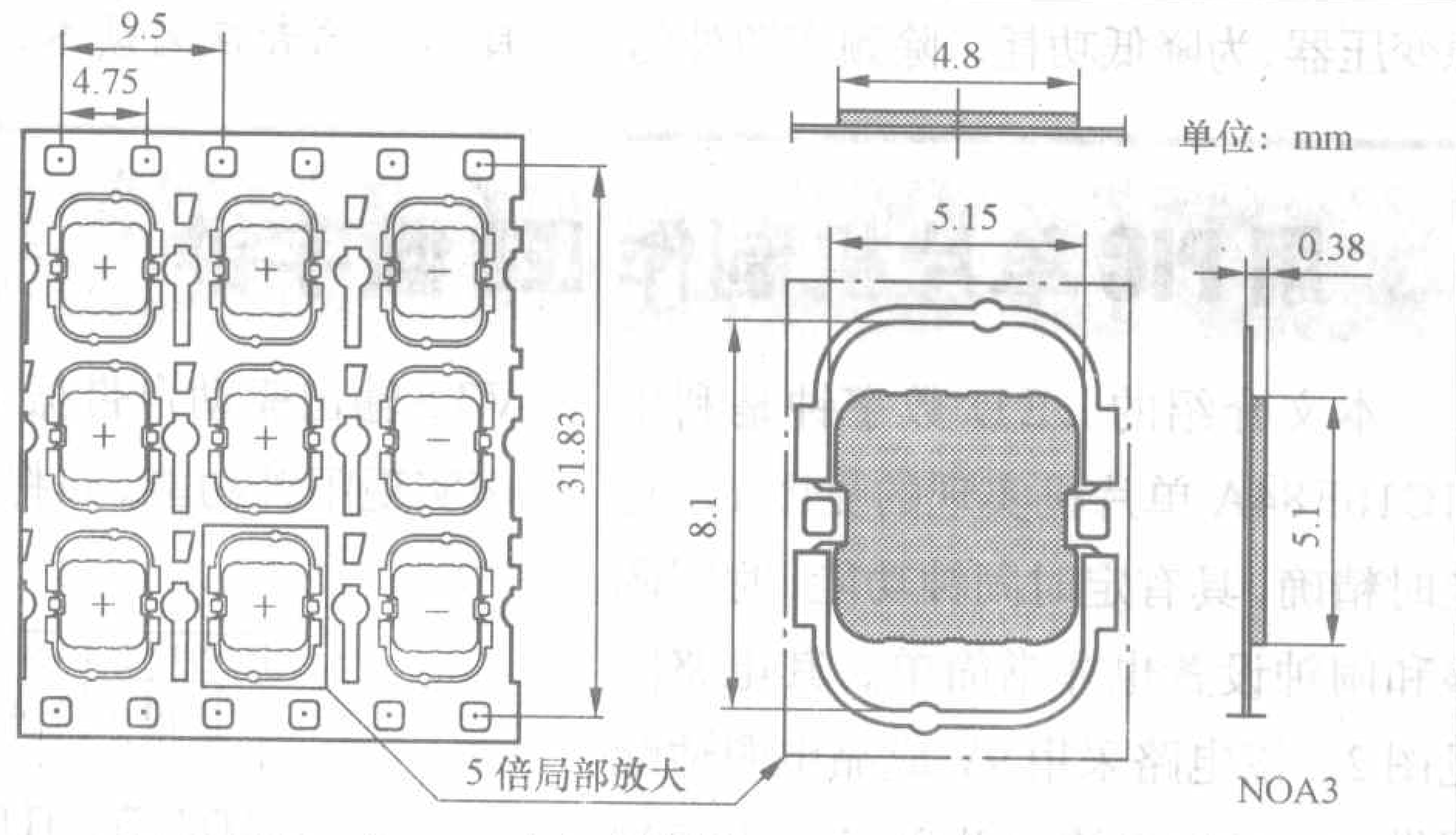


图1 采用micromodule封装的ATA5577的实物外形图

ATA5577属于Atmel公司IDIC（identification IC，识别IC）系列中的一员，能适应多种不同类型的天线线圈和阅读器，集成的专用寄存器可以对模拟前端进行参数控制以达到总读写距离的最大化，一个可编程的专用ID可以确保受保护区域的安全性，ATA5577还支持不同的调制和编码方式，引脚与E5551/T5551，T5557，ATA5567兼容。

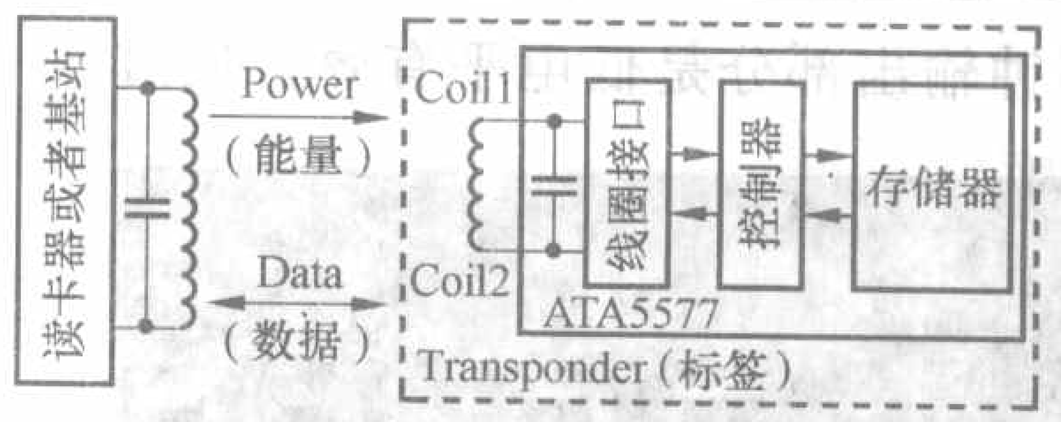


图2 ATA5577的典型应用系统图

附表 ATA5577的主要技术参数

技术参数	单位	典型值
感应圈最大输入直流电流	mA	20
感应圈最大输入交流电流	mA	20
1s极限耗散功率	mW	100
RF频率范围	kHz	100～150
读状态工作电流	mA	2
感应圈电压	V	≥3.6
唤醒时间	ms	2.5
感应圈钳位电压	V	≤15
温度漂移系数	mV/℃	–1
写读间隔	ms	6
裸片读写寿命	次	100000
数据保存时间	年	≥10
谐振电容，并联于感应圈两端	pF	10～330

ATA5577可适应包括玻璃质标签（用于动物识别）在内的几乎任何无源标签封装的要求。采用NOA3封装的ATA5577的实物外形参见图1，主要技术参数见附表，典型应用系统图参见图2，它的电子数据文档可以从www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/4967s.pdf下载。

MLX90121：13.56MHz频段的RFID阅读器IC

MLX90121是Melexis（Melexis Semiconductors）公司推出的符合ISO/ICE 14443系列协议的单片式RFID收发（阅读器）集成电路，工作于13.56MHz频段，可编程编码器支持6种数据模式，解码器支持常见的ASK(423kHz)、FSK(484kHz)和PSK(847kHz)副载波调制方式，因此系统只需要低成本的微控制器（microcontroller）即可。

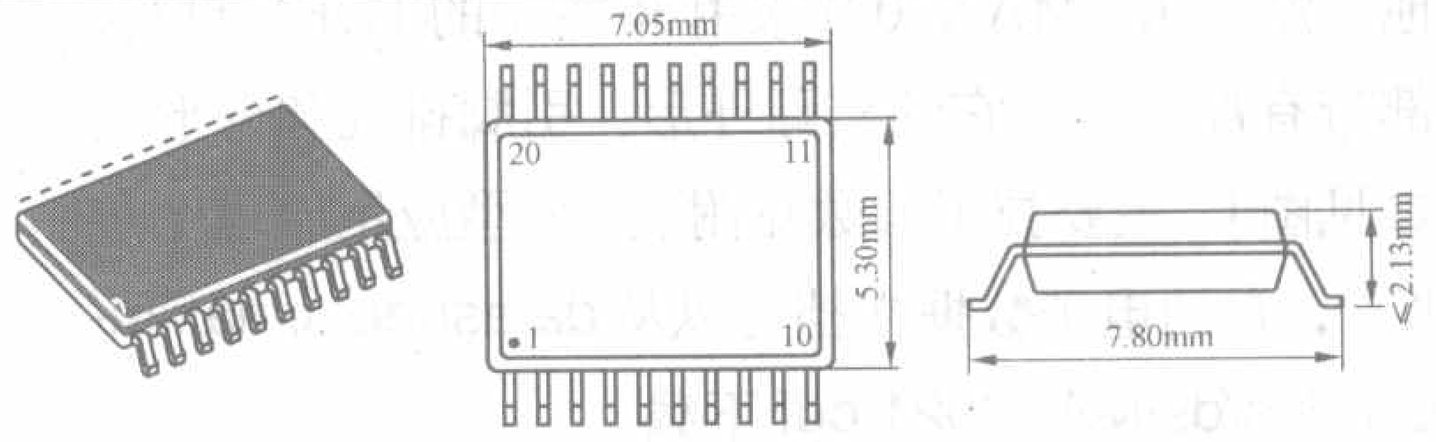


图1 MLX90121的实物外形、引脚排列与外形尺寸图

MLX90121采用二极管包络检波方式，对ASK格式的数据只使用对数放大器以确保信号恢复的速度，对于FSK和PSK格式的数据则在对数放大器的输出端使用了限幅器。MLX90121发射电路的输出级为开漏方式，使用推荐的天线匹配回路，5.0V电源供电时，在50Ω的负载上能够实现250mW的发射功率，适合大多数中等距离的应用，在一些诸如手持式阅读器等短距离的应用中，MLX90121可以使用简易的天线和匹配网络以降低成本。

MLX90121使用串行方式于微控制器进行通信，同步信号接收端子允许多片MLX90121并联使用，同时，MLX90121也可以单独作为模拟前端使用。

MLX90121主要针对手持式阅读器、读卡机、非接触式支付终端、印刷式电子标签读取系统等应用。MLX90121采用20引脚的SSOP-20封装，它的实物外形、引脚排列与外形尺寸参见图1，主要技术参数见附表，典型应用电路参见图2，它的电子数据文档可以从www.melexis.com/Asset.aspx?nID=4755&sCmd=download下载。

附表 MLX90121的主要技术参数

技术参数	单位	典型值
Maximum power dissipation（最大耗散功率）	mW	500
Operating supply voltage range（工作电压范围）	V	2.7~5.5
Standby current consumption（待机电流）	μA	≤30
Idle mode current consumption（非读写状态消耗电流）	mA	≤5
Transmit current（发射状态消耗电流）	mA	≤120
Output power for five volts operation（5.0V供电条件下的发射功率）	mW	250
Rise time for 100% ASK（发射状态100%ASK调制条件下的上升时间）	μs	0.2~0.3
Fall time for 100% ASK（发射状态100%ASK调制条件下的下降时间）	μs	0.6
Small signal input impedance (RX)(接收状态小信号输入阻抗）	kΩ	100
Receiver sensitivity（接收灵敏度）	dBm	-45
Gain, in FSK mode (FM output)(接收状态FSK增益）	dB	120
Gain, in ASK mode(AM output)(接收状态ASK增益）	dB	80
Serial link and digital I/O Output voltage low（串行口低电平）	V	≤0.4
Serial link and digital I/O Output voltage high（串行口高电平）	V	≤5
Crystal Oscillator Frequency range（晶体频率）	MHz	13.56
Xtal series resistance（晶体等效串联电阻）	Ω	≤100

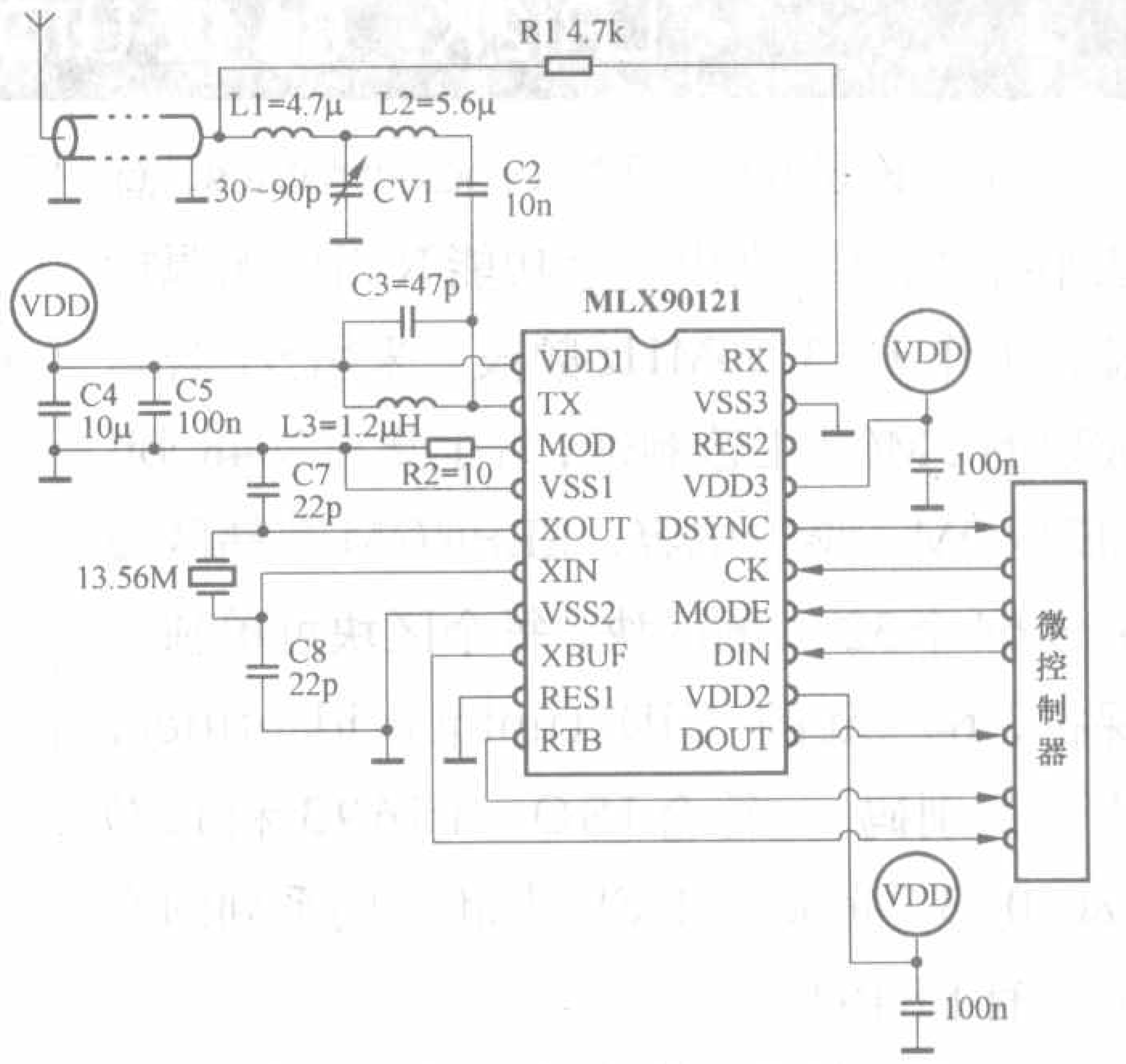


图2 MLX90121的典型应用原理图

MAX2021：大动态范围的正交调制/解调器

MAX2021是Maxim（美信）推出的低噪声、高线性度、直接上变频/下变频、正交调制/解调器，它包含两路用于调制/解调的同相正交无源混频器，两个混频放大器和正交分相器，支持单端RF和LO连接，此外带有阻抗匹配回路的基带输入级可以直接与发送DAC连接而无需昂贵的I/Q缓冲放大器。与传统的二次变频结构相比，直接变频结构可显著降低发射/接收机成本，减小系统尺寸、降低功耗。

附表 MAX2021的主要技术参数

技术参数	单位	典型值
Supply Voltage（工作电压）	V	4.75~5.25
Supply current（工作电流）	mA	271
Modulator Based and Input Differential Impedance（调制器差分输入电阻）	Ω	53
Modulator LO Input Frequency Range（调制器LO输入频率范围）	MHz	750~1200
Modulator Output IP3（调制器IP3输出）	dBm	21
Modulator Output IP2（调制器IP2输出）	dBm	58
Modulator Output P1dB（调制器P1dB输出）	dBm	16.7
Modulator LO Leakage（调制器LO泄漏）	dBm	-32
Modulator Sideband Suppression（调制器边带抑制）	dBc	43.5
Modulator Output Noise Density（调制器输出噪声密度）	dBm/Hz	-174
Demodulator Input Third-Order Intercept（解调器输入IIP3）	dBm	35.2
Demodulator Input Second-Order Intercept（解调器输入IIP2）	dBm	76
Demodulator Input 1dB Compression（解调器输入P1dB）	dBm	30
Demodulator Conversion Loss（解调器变换损耗）	dB	9.2
Demodulator Noise Figure（解调器噪声系数）	dB	9.3
Demodulator I/Q Gain Mismatch（解调器I/Q增益失调）	dB	0.06
Demodulator I/Q Phase Mismatch（解调器I/Q相位失调）	度	0.15

MAX2021适用于手持式RFID基站和读卡器以及其他基站应用。MAX2021采用36端子的TQFN封装，底部带有裸焊盘，它的实际外形、引脚排列和外形尺寸参见图1，主要技术参数见附表，典型应用原理图参见图2，它的电子数据文档可以从 datasheets.maxim-ic.com/en/ds/MAX2021.pdf 下载。

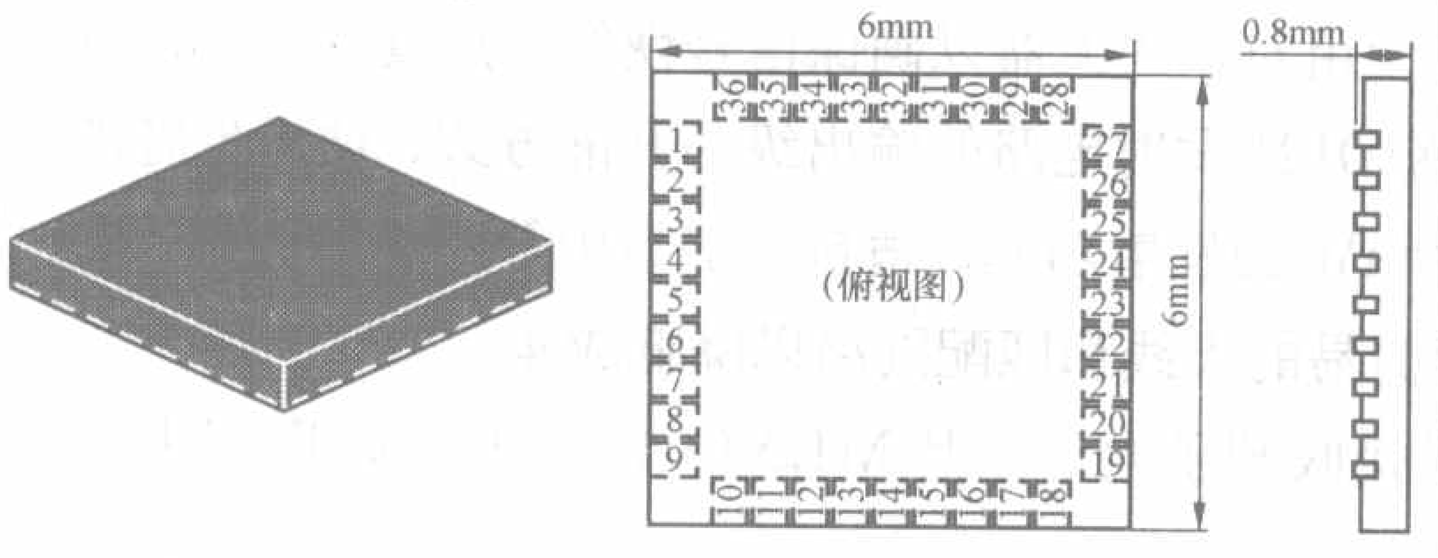


图1 MAX2021的实物外形、引脚排列和外形尺寸图

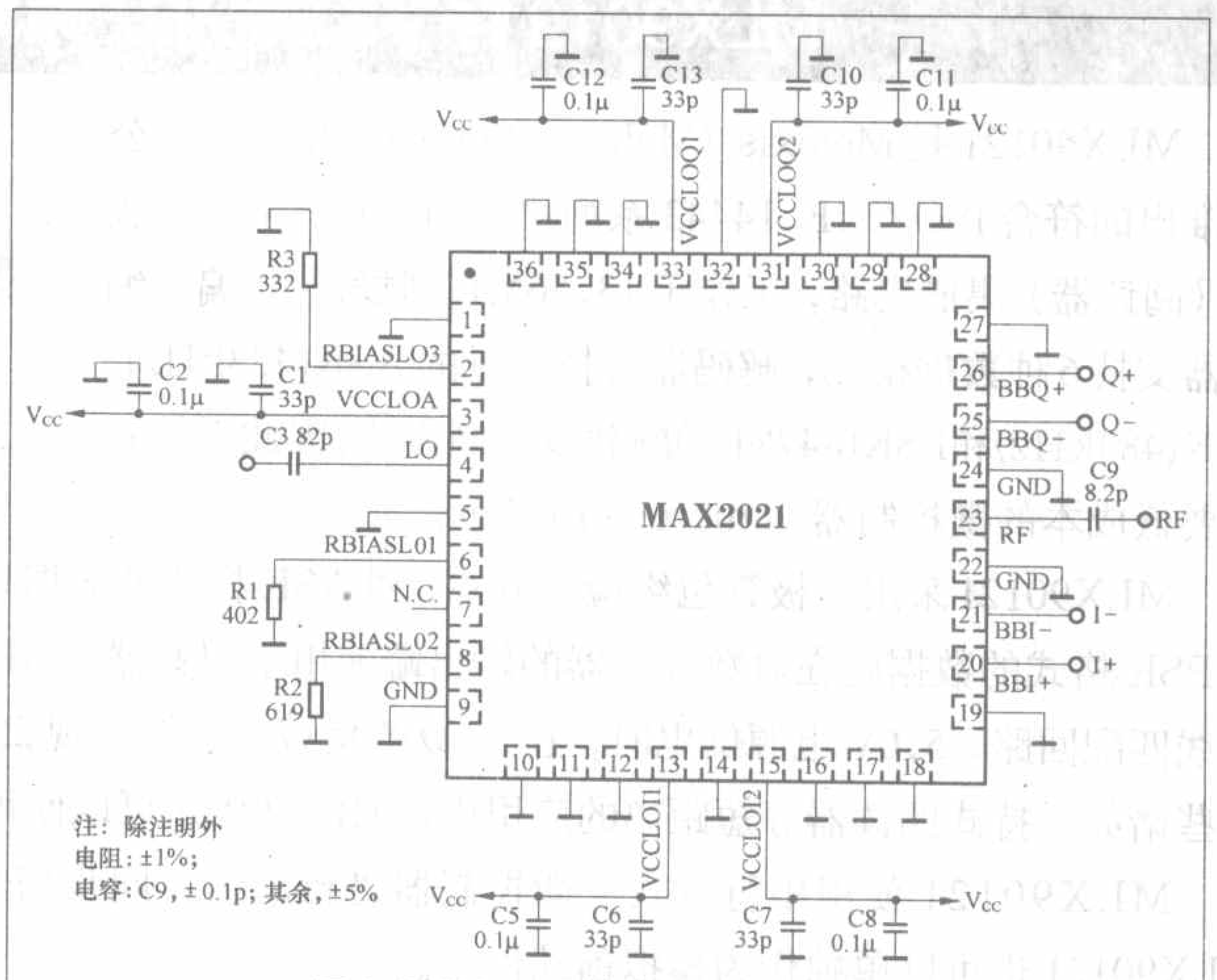


图2 MAX2021的典型应用原理图

LRI2K：64位UID、13.56MHz的RFID无源标签

LRI2K是ST（STMicroelectronics，意法半导体）公司推出的全功能RFID无源标签，工作于13.56MHz频段，采用ST公司成熟的CMOS工艺制造，片上集成2048 bit EEPROM、谐振电容，EEPROM存储区被分成64个32bit的区块，每个区块可单独写保护，64 bit的 UID（unique identifier，唯一识别码），符合ISO 15693和ISO 18000-3 Mode 1 RFID标准，同系列的产品还有LRIS2K。

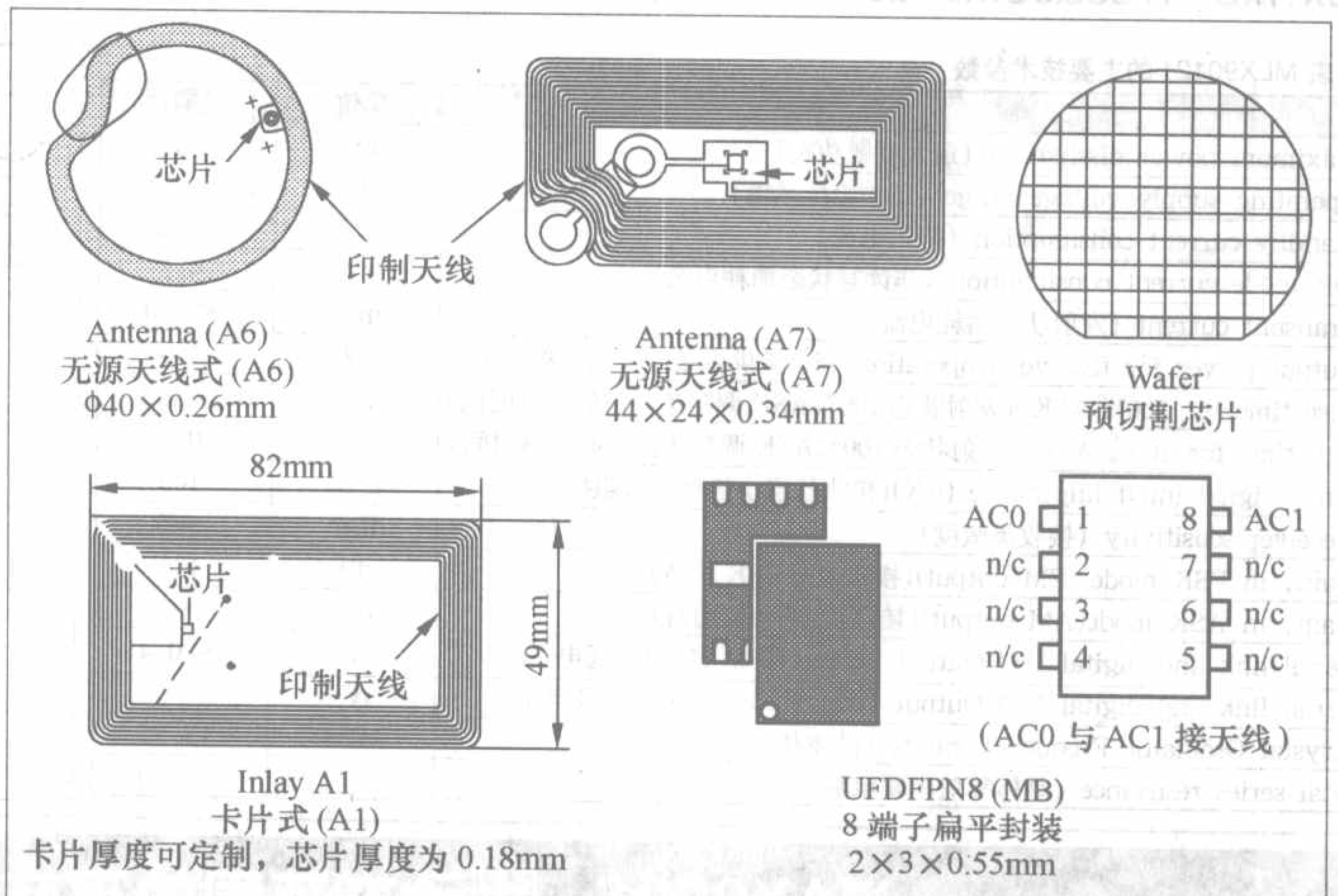


图1 LRI2K的各种封装外形图

LRI2K的读写距离能够达到1.5m，也允许使用小尺寸的天线，以适应那些对标签安装空间要求苛刻的应用。加之13.56MHz RFID技术的优点，LRI2K比较适用于非接触式门禁、图书馆图书防盗管理、物流供应链管理、敏感产品的防伪以及贵重物品保管等应用。

LRI2K采用ECOPACK® 系列封装，针对不同应用有多种封装形式，具体的外形和几何尺寸参见图1，主要技术参数见附表，采用UFDFPN8（MLP)封装的典型连接图参见图2，它的电子数据文档可以从 www.st.com/stonline/products/literature/ds/12112.pdf 下载。

附表 LRI2K的主要技术参数

技术参数		单位	典型值
carrier frequency（载波频率）		MHz	13.56
carrier frequency windage（载波频率偏差）		kHz	±7
To tag pulse position coding（10% or 100% ASK modulation）（接收调制码率，ASK方式10%或者100%调制）		Kbit/s	26、1.6两种
From tag data rate mode using Manchester coding（读取调制码率）	low（低速）	Kbit/s	6.6
	high（高速）		26
	Fast commands（甚高速）		53
Internal tuning capacitor（片上谐振电容）		pF	21、28.5 、97三种
Programming time（写读间隔）		ms	5
Endurance（裸片读写寿命）		次	1000000
Data retention（数据保存时间）		年	≥40

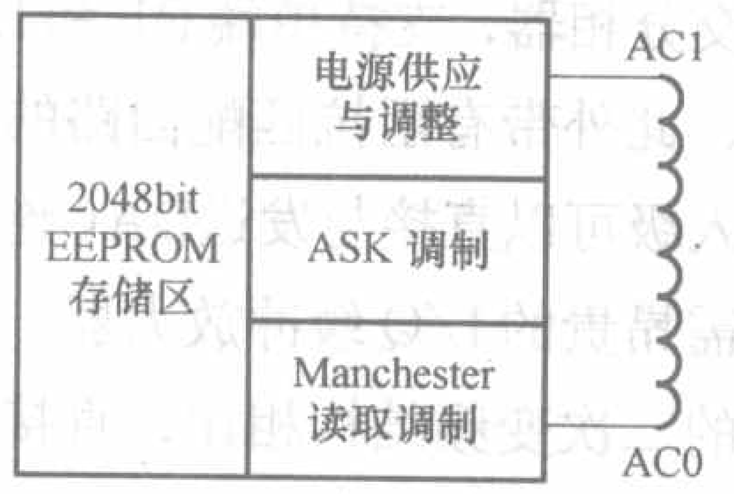


图2 采用UFDFPN8 (MLP)封装的LRI2K的典型连接图

烟雾自动排风控制器

文/陈有卿

吸烟有害身体健康，目前不少公共场所或办公室等都禁止吸烟，但仍有人不自觉照常抽烟，使房间里烟雾弥漫。若采用本文介绍的烟雾自动排风控制器，当房间里烟雾浓度达到设定的程度时，排气风扇会自动向外排风，保持室内空气清新，同时亮起“请勿吸烟”警示灯，提醒人们不要吸烟。

电路原理

烟雾自动排风控制器电路见图1所示，控制器由电源电路、QM气敏器件、TWH8778功率开关集成电路等组成。

电源部分由变压器T、二极管VD1～VD4、三极管VT及稳压二极管VDT等组成，是典型的串联型稳压电路。电路通电后，C2两端可获得稳定的10V左右直流电压，为气敏器件QM供电。TWH8778工作电压则直接取自VD1～VD4整流后的12V左右直流电压。

气敏器件的灯丝电流通过RP1和R2降压获得，调节RP1使灯丝f–f'两端电压U_f为5V。RP2是气敏器件的负载电阻，在正常情况下，气敏器件A–K极间呈高电阻，RP2输出低电平。TWH8778功率开关集成电路控制端（EN）第5脚为低电平，内部高速功率开关截止，继电器K1不动作，其常开触点K1–1打开，排气扇M与白炽灯EL均不工作。如果室内空气中有烟气且浓度不断增加，气敏器件的电导率会随之变大，RP2输出电平增高，当电平升至TWH8778第5脚门限电压1.6V与二极管VD5导通压降0.65V之和时，TWH8778内部功率开关导通，K1动作吸合，触点k1–1闭合，M通电向外排风，同时EL发光照亮“请勿吸烟”警示牌，劝导人们不要吸烟。随着M向外排风，室内空气逐渐清新，RP2输出电平降低，VD5截止，此时C3储存电荷可通过TWH8778第5脚向集成电路内部电路放电，所以仍能维持TWH8778继续开通，直至C3电压降至1.6V以下时，TWH8778内部功率开关阻断，K1释放，触点k1–1复位，M与EL停止工作。所以该电路有一定的延迟时间。

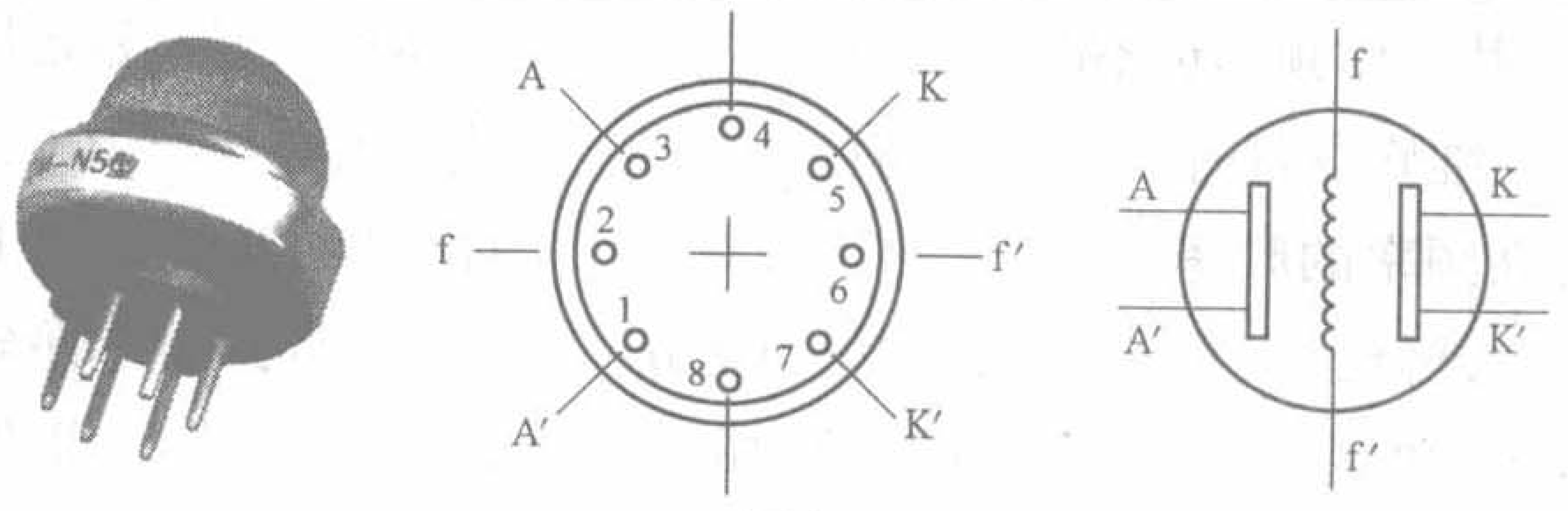


图2

元器件选择与制作

气敏器件可采用QM–N5型，它的最佳工作条件为：极间电压U_{AK}=10V，灯丝电压U_f=5V，负载电阻R_L=2kΩ。气敏器件的外形结构与电气符号见图2。它共有六只引出脚，使用时需配用一个小七脚电子管管座。其6个管脚功能为：2与6脚为灯丝f–f'；1脚与3脚为测量极A–A'；5脚与7脚构成测量极另一端K–K'。

TWH8778是一种高速功率开关集成电路，它采用场效应管与双极晶体管混合工艺制作而成，具有低功耗和高增益等特点，芯片内还设有过电压、过热、过流等多种保护电路。TWH8778采用TO–220封装，有5个引出脚见图3，各引出脚功能为：1脚为输入端IN；2与3脚在芯片内部是并联的，为输出端OUT；4脚为接地端

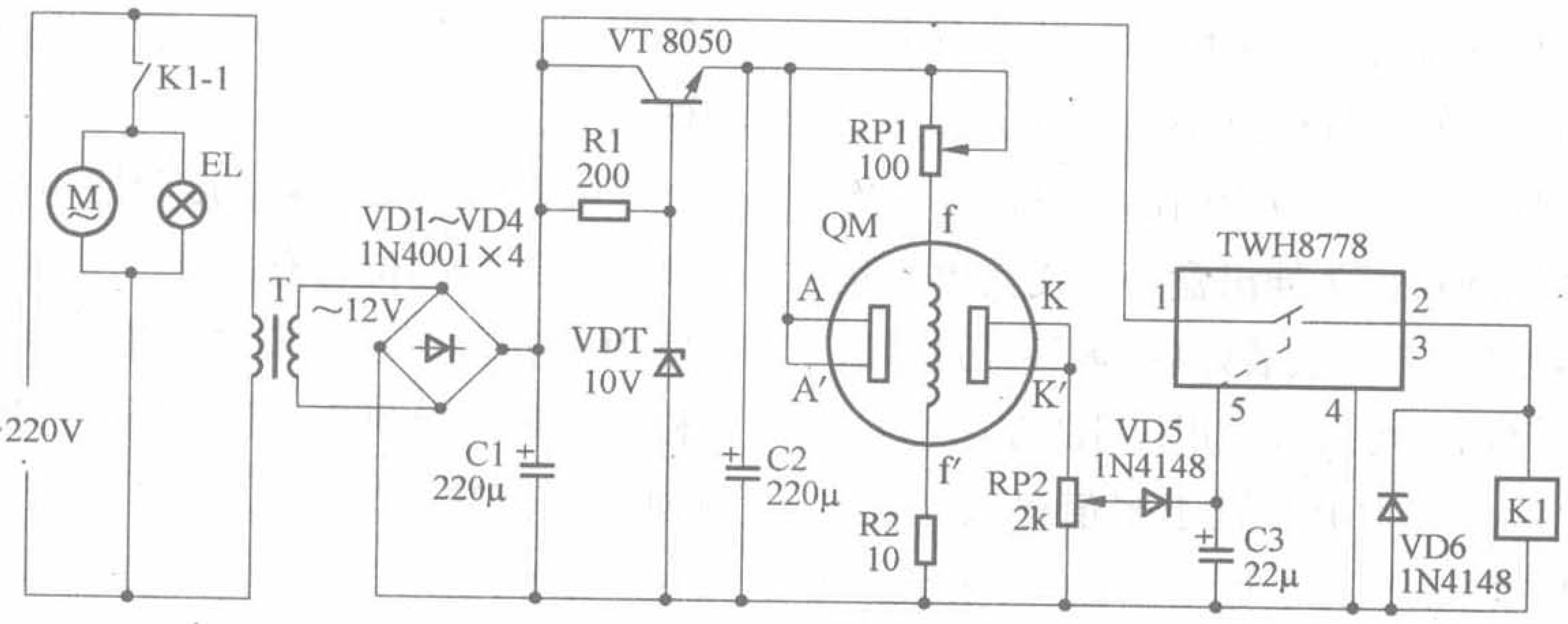


图1 烟雾自动排风控制器

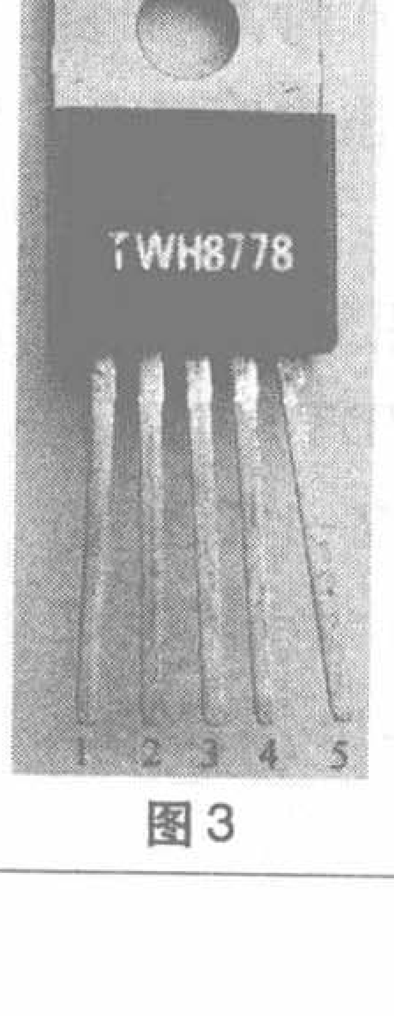
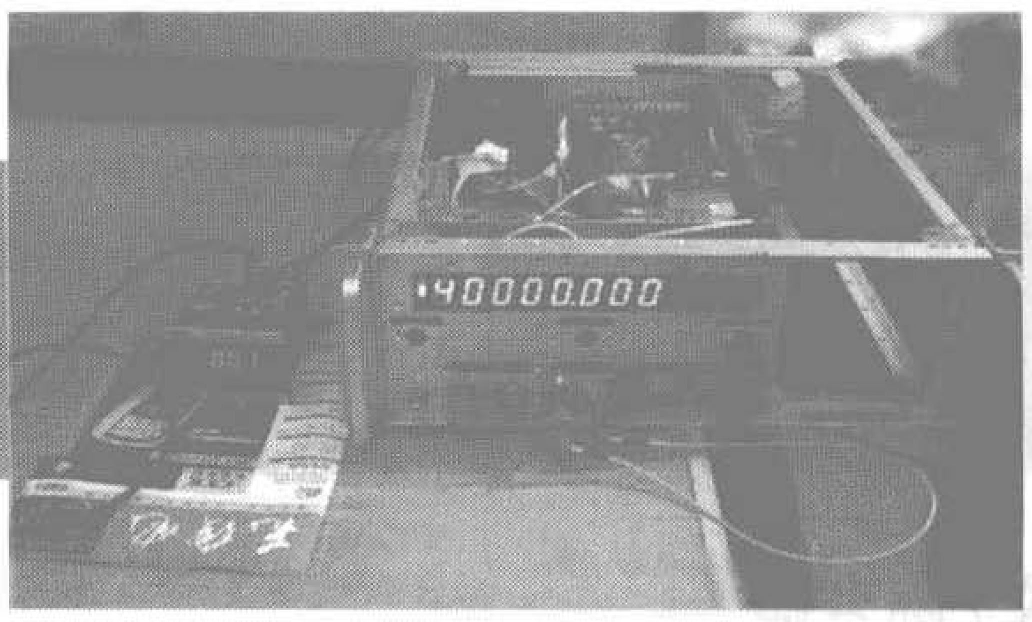


图3

6GHz 频率计的制作



文 / 杨百盈

随着各种电子产品性能的不断提高，其工作频率也不断上升，在开发产品及维修设备时有一台较高稳定度和较高频率的频率计，无论对于专业人员、维修工作者还是无线电爱好者都有很大的帮助。市场上物美价廉的频率计其上限工作频率大部分在2.4GHz左右，再高频率的频率计大都为进口产品或进口二手仪器的，进口新品价格很高，二手的价格也不低，且使用寿命难以保证，本人利用工作之余，制作了一台频率计，其指标为：上限频率在6GHz左右，稳定度在5×10^{-8}以下，灵敏度在−25dBm左右。

主要器件的选用

1.时钟源：时钟源是频率计的心脏，决定着频率计的稳定度和准确度，该频率计选用优质100MHz成品恒温晶体振荡器，稳定度在5×10^{-8}以下，准确度在5×10^{-7}以内(用铷钟源频率计校核)，输出幅度1.2V_{P-P}。

2.计数显示部分：采用ICM7216D大规模频率计专用集成电路构成，可简化电路及减少制作工作量。ICM7216D是intersil公司生产的专用于频率、周期、时间等测量的集成电路。ICM7216为28脚，其电源电压为5V，适用于为共阴极LED显示器，其引脚排列定义见图1，详细信息可参阅ICM7216产品手册(www.intersil.com/data/fn/fn3166.pdf)。

3.分频IC：1频段(10Hz～40MHz)采用通用TTL电路74LS196，2频段(35MHz～2.2GHz)采用流行电路MB506，3频段(2GHz～6GHz)用微波分频电路FMM106HG和分频电路MC12022A。

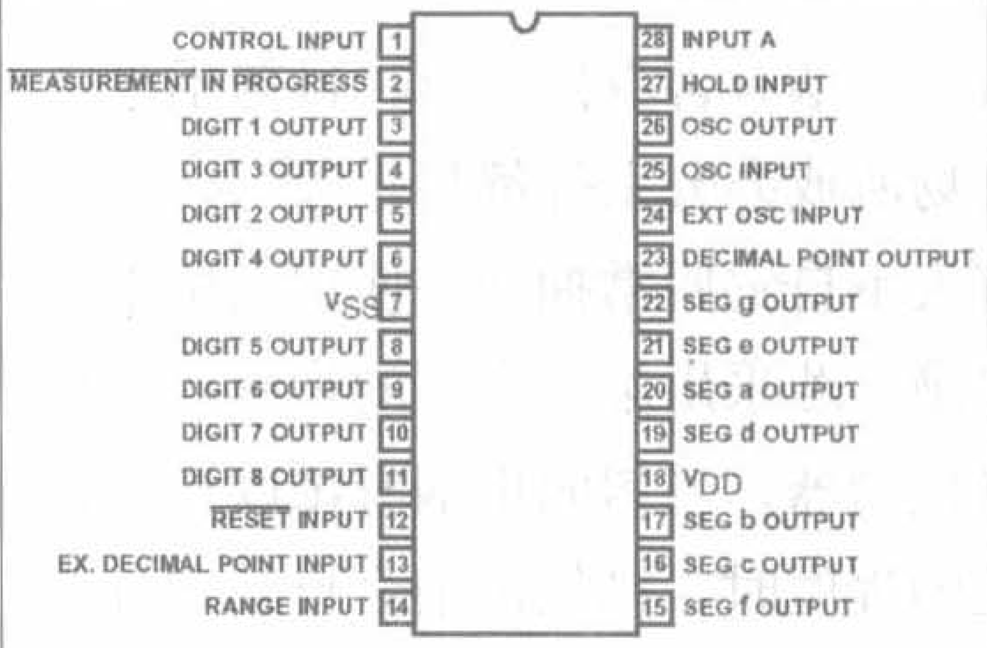


图1 ICM7216D

其中MB506由SAMPLE公司生产，是一款具有64、128、256三种分频比的微波分频集成电路，其数据手册见www.sample.co.kr/sefcntr/mb506.pdf。

MC12022A由MOTOROLA公司

GND；5脚为控制端EN。该集成电路的基本功能是：当控制端5脚EN为高电平（≥1.6V）时，内部高速功率开关导通，即输入IN与输出OUT相通，反之则断开。在实际使用过程中，加到控制端EN的控制电平V_{EN}应小于6V。由于TWH8778内部设有保护电路，当输入端IN电压超过30V时，输出负载电流会被自动切断，待V_{IN}下降时，开关电路能自动恢复。当器件在满负载工作时，应加装铝质散热板，本电路因输出电流较小，不必增设散热板。

VT可用8050型硅中功率三极管，$\beta\geq100$。VDT用10V、1/2W稳压二极管，如UZ−10B型等。VD1～VD4可用1N4001型硅整流二极管；VD5、VD6为1N4148型硅开关二极管。

RP1因流过电流较大，应采用WX1型小型线绕电位器；RP2可用WS型有机实芯微调电阻器。R1、R2最好用RJ−1/2W型金属膜电阻器。C1～C3全部用CD11−25V型铝电解电容器。

K1选用JZC−32F、DC12V小型中功率电磁继电器。T为220V/12V、8VA小型优质电源变压器，要求长时间通电不发热。

全部电路可安装在“请勿吸烟”警示灯的盒内，EL可用15W普通白炽灯泡，气敏器件通过小七脚电子管管座与导线从电路板上引出，将器件的不锈钢网罩探头伸出盒外，使其感受室内空气。全机安装好后，需要经过调试合格后方可投入使用。调试方法如下：

先将RP1置于阻值最大位置，RP2滑动端置于近地位置。接通电源，首先检查VT发射极对地电压是否在10V左右，如出入过大，应更换稳压管VDT。然后将电压表置于气敏器件灯丝f−f'两端，调小RP1，使电压表示数为5V。待气敏器件通电5～10min（为预热时间），开始在室内抽烟，并向气敏器件吐烟气，将RP2滑动端由下向上缓慢旋动，当旋到某一位置时，应听到继电器“嗒”的吸合声，EL点亮发光，风扇M运转排风。停止吸烟，烟气被排净，延迟数秒后，电路能自动复原，EL与M停止工作，表示电路调试完毕。

气敏器件的探测灵敏度除跟电位器RP2滑动端的位置有关外，还与它在室内的安装部位和安装高度有关，应根据需要进行调整。烟气排除后，风扇M延迟停转时间与电容C3容量有关，C3容值愈大，延迟时间愈长，反之则短，可根据需要调整。

生产，数据手册见www.alldatasheet.net/datasheet-pdf/pdf/167185/MOTOROLA/MC12022A.html。

分频电路FMM106HG为金属/陶瓷封装见图2，由EUDYNA公司生产，14脚表面安装，砷化镓微波用除8固定分频集成电路，其主要特点如下：

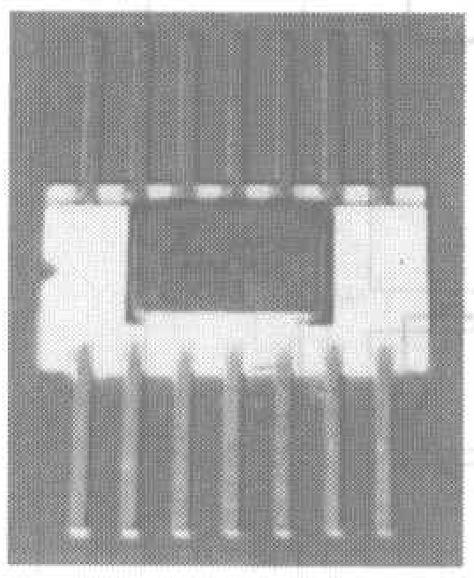


图2

工作频率范围为2GHz~6.5GHz（厂家资料标称值），推荐的典型工作电压 V_{ss} 为 −5V（V_{dd} 接地为0V），工作电流为100mA~140mA，实测最低输入信号幅度在 −10dBm 左右，最大输入信号幅度不能超出 V_{ss} ~ V_{dd}，即最大摆幅必须限定在−5V~0V之间。输入输出阻抗为50Ω，要求信号源及电路与之匹配，分频器输出功率通常在2dBm~4dBm。该芯片数据手册见data.eeworld.com.cn/part/142210_EUDYNA_FMM106HG.html。

FMM106HG和MC12022A的分频原理图见图3。

频率计原理及关键电路制作

频率计原理框图见图4，1频段、2频段及计数显示部分和电源的电路《无线电》杂志均有较多次介绍，本文只介绍时基部分和3频段电路的制作。

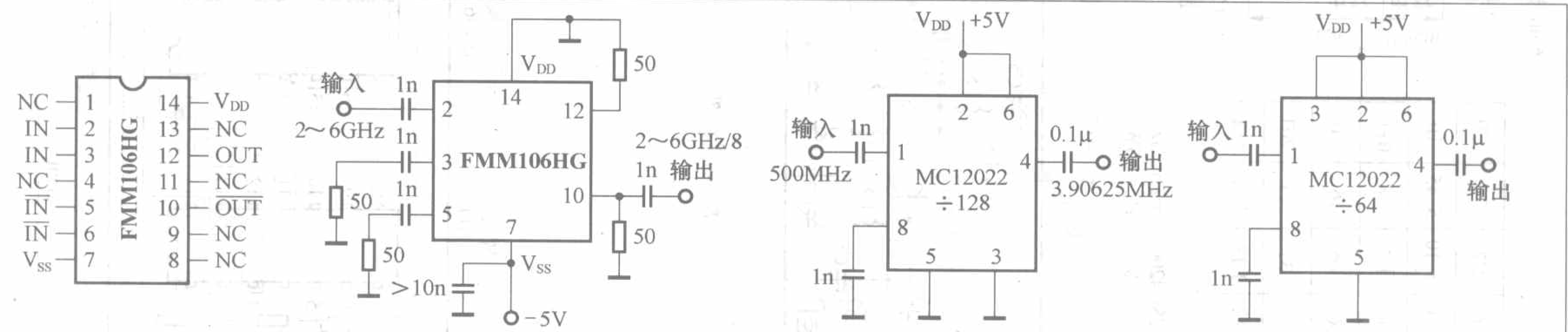
1. 时基电路的制作

因各频段所用分频器的分频系数不同，为了能够正确地显示计数频率，各频段有各自的时基频率要求：1频段分频系数为10，时基为10MHz；2频段分频系数为256，时基为3.90625MHz；3频段分频系数为512，时基为1.953125MHz。笔者用AutoCAD设计的时基电路如图5所示。

1频段10MHz时基，由100MHz频率源10分频后得到，因频率源输出幅度只有1.2V_{P-P}左右，不能够直接分频，先用74F00（也可用74S00、74AS00等）放大，使其达到TTL电平，然后用74S196 经10分频后得到。

笔者在制作该部分电路的过程中曾出现电路工作不稳定的情况，现象为开始时该频段能正确计频，大约30分钟后计频出现不正确的读数。测量一个稳定的10.00000MHz信号，显示则为在10.001XX~10.1XXXXMHz之间变化且不能稳定下来，查1频段放大及显示部分电路均未发现任何问题，后来注意到该时基电路离一个电源三端稳压器的散热片较近，手摸该散热片，温度烫手（在60℃左右），将该散热片远离74S196，长时间工作后再没有发生上述情况。估计是74S196工作在100MHz的频率下，已是其高限值，S系列TTL电路本身工作电流较大，发热也严重，再加上旁边又有发热源，温升过高，使74S196不能正常分频，产生丢失脉冲现象，输出的时基频率略低于10MHz且不稳定，才出现上述的问题。

2 频段3.90625MHz时基的产生比较麻烦，因找不到除25.6的小数分频器，如用频率合成器中采用的控制模数的方法来实现，又过于复杂，故笔者最后确定用先倍频再分频的办法来实现，即将放大的100MHz频率先进行5倍频后再除以128得到3.90625MHz频率。倍频用高频中功率三极管2SC4200来实现，各元件焊好以后需要调整各可调电容，使输出在500MHz频率上达到最大。可先在倍频器的输出端接一50Ω的负载电阻，用示波器观



FMM106HG 管脚排列　　FMM106HG 分频原理图　　MC12022A 分频原理图

图3

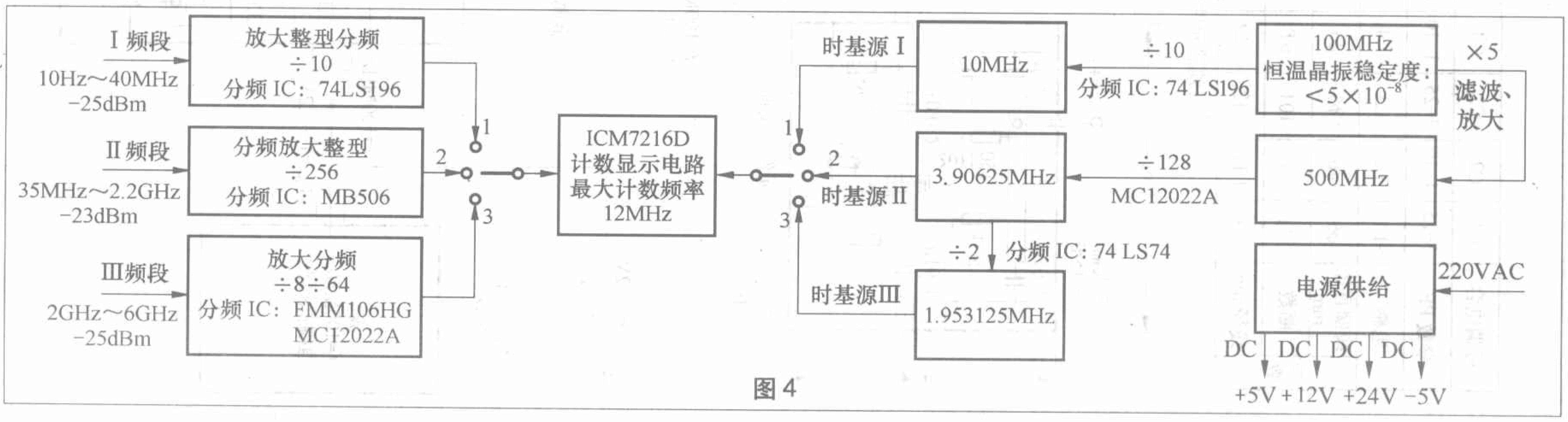
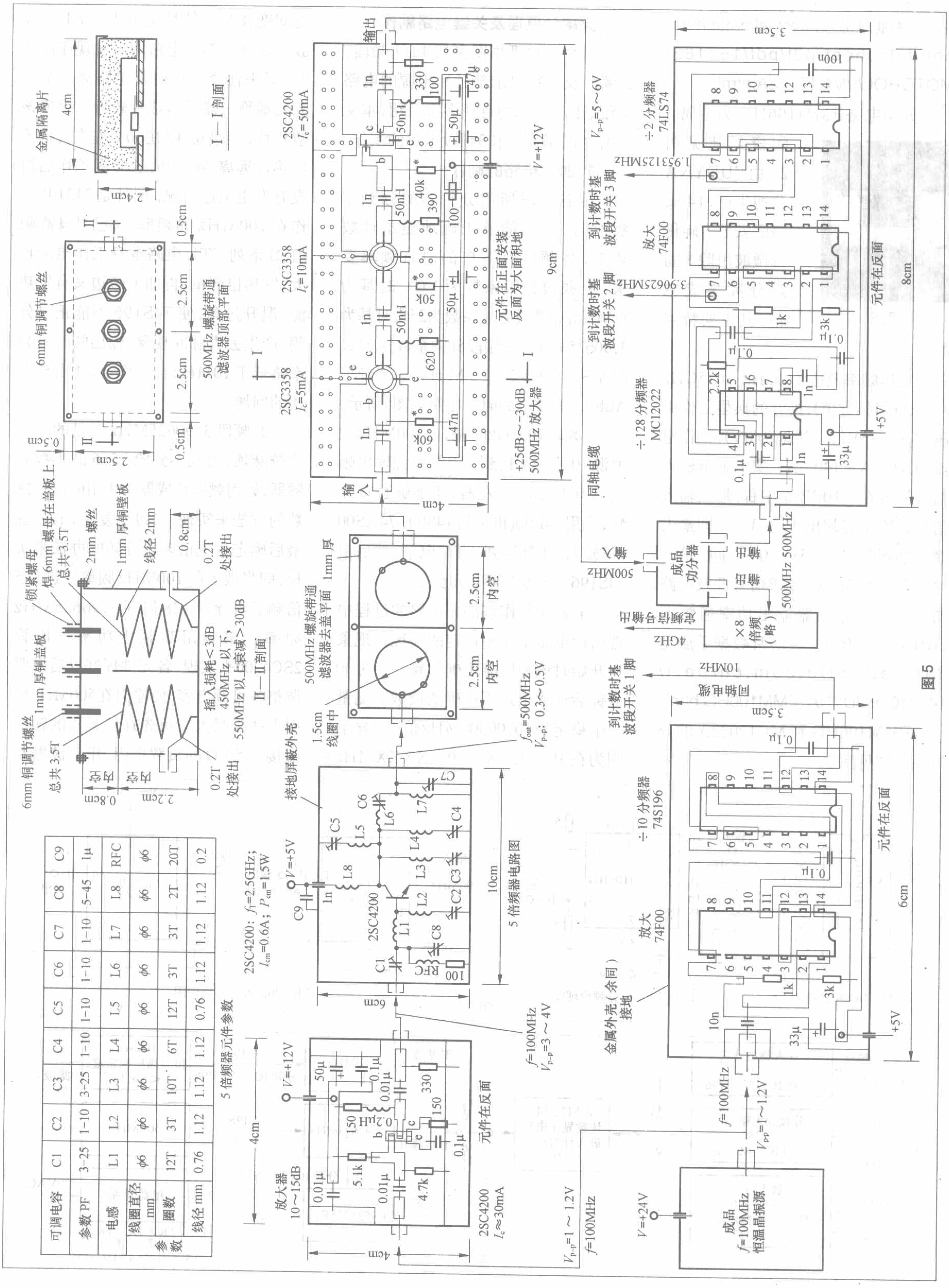


图4



可调电容	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
参数 PF	3-25	1-10	3-25	1-10	1-10	1-10	1-10	5-45	1μ
电感	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	RFC
参数 线圈直径 mm	φ6	φ6	φ6	φ6	φ6	φ6	φ6	φ6	φ6
参数 圈数	12T	3T	10T	6T	12T	3T	3T	2T	20T
参数 线径 mm	0.76	1.12	1.12	1.12	0.76	1.12	1.12	1.12	0.2

5 倍频器元件参数

图 5

样片赠送

USB单片DAC PCM2702及其应用

文/吴 玥

PCM2702是让USB接口具有即插即用功能的音频DAC（数模转换器），由TI公司旗下的BB（Burr-Brown）公司出品。

一、PCM2702的性能特点

PCM2702拥有很多“同宗兄弟”，它只是其中最早的一款，功能也最简单，不过从音频性能来看，如DNR（动态范围）和SNR（信噪比）指标，性能却是最好的。BB公司推出的集成USB控制界面的单片数字音频处理器有两大系列，一个以集成DAC为主要特征的PCM27xx系列，另一个是集成DAC和ADC（模数转换器）的PCM29xx系列，具体型号可以从TI公司的网站查阅到。从音频性能来看，它们都是16位的音频DAC，支持32kHz、44kHz、48kHz的采样速率，采用了BB公司获得专利的SpAct™数据流水线体系。

SpAct™是一种基于硬件的从

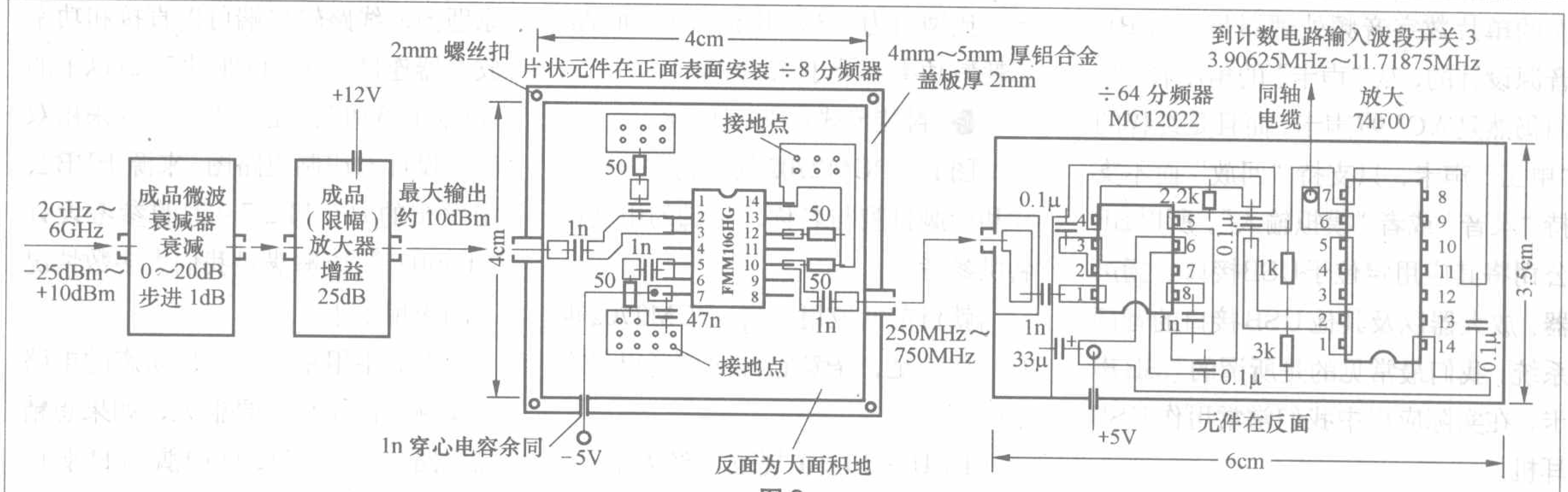


图6

察其输出为500MHz的衰减振荡波形，用频率计测量其输出频率为准确的5倍输入频率。将倍频后的500MHz频率经过滤波器，滤掉不需要的频率成分，使输出接近正弦波（滤波器可以自制，也可以买成品）。500MHz信号经放大以后一路送到MC12022A除128后得到3.90625MHz时基，另一路经8倍频后产生4GHz频率输出，可作为3频段测试频率源及定频微波信号源使用（该路为非必需部分，也可不做）。

3频段时基为1.953125MHz，用74LS74直接对缓冲后的3.90625MHz信号2分频即可，时基电路制作见图5。下面重点说说3频段分频部分电路的制作。

2. 3频段分频电路的制作

3频段分频IC（FMM106HG）工作时输入信号幅度在-10dBm～12dBm之间，需要加放大器放大20dB～25dB才能满足输入灵敏度在-25dBm以下的要求。自制微波宽带放大器非常困难，最好买成品（能淘到二手货也可）。为避免输入信号太高时损坏微波分频IC，在输入端接一个可调微波衰减器很有必要，衰减器最好购买成品，也可在衰减器和IC的输入端设置能直接接通的微波旁路开关（本制作未设置），可使输入电压范围更大一些。经FMM106HG进行8分频后，再经过MC12022A进行64分频，就可将6GHz的频率降到12MHz以下。虽然ICM7216D标称工作频率为10MHz，实际上到12MHz也能正常工作，这时要求的输入信号幅度要略高一些。3频段分频电路制作见图6。

制作说明

各部分电路的信号连接线用外径3mm左右的50Ω阻抗的同轴电缆，最好用活接口，以方便调试、检测和维修，也可考虑采用整体电路设计，可直接将各部分电路装在一块或少数几块电路板上，以减少体积和节约成本（但要注意防止各部分之间的干扰）。

本机电源变压器功率在30W左右，要求漏磁少，带屏蔽接地，有屏蔽外壳，各组电压用三端稳压器提供，+5V输出1.2A，+12V输出0.5A，+24V输出0.5A，-5V输出0.3A，散热片应远离IC等怕热器件。

笔者自制成功一段时间以来，该频率计使用效果良好，只是因为自制在频率计的外形、体积方面有所欠缺，但实用价值很高。

USB数据中恢复音频同步时钟的数据流水线体系。PC音频数据流理论上不需要太高的传输速率，但是却需要精确的实时性，实时的精度越高意味着数字音频的“jitter”(时基抖动)越小，被还原出来的音频质量越好。“jitter”指标是CD音频时代最为重要的指标之一，也是众多DIYer们最热衷的摩机之处，关于它对音频的影响可以参考CD音频的相关资料。BB采用获得专利的SpAct™数据结构体系，将所有相关的功能全部集成到芯片内而不再需要我们额外的人工干预。

BB公司推出的集成USB控制界面的单片数字音频处理器是针对PC音源设计的，从“声卡”的角度看，它们仍然是AC’97声卡，而且是纯粹的“单工”声卡，只支持“回放”而不支持“录音”或者“模拟输入”，所以BB公司将其应用定位于USB接口的扬声器、放大器以及其他USB接口的音频系统，我们最常见的是所谓的USB声卡，在实际应用中我们常常用作USB耳机。

PCM2702的主要特点如下：

● USB界面性能：

集成化USB接口，符合全速USB1.0规范，自适应同步传送模式；

完全支持Windows操作系统的即插即用功能；

可接收16位的单/双声道USB音频数据流，支持32kHz、44kHz、48kHz的采样速率；

8X过采样数字滤波器；

多重Δ－Σ调制器(Multi−Level Delta−Sigma Modulator)；

获得专利的SpAct™数据流水线体系；

独立的USB数据时钟发生器，支持系统（外部）时钟输入。

● DAC与模拟音频性能：

按0dB音频典型值计，THD+N：0.002%；DNR：100dB；SNR：105dB；通道分离度：103dB。

按0dB音频典型值计，模拟音频输出摆幅：3.1V峰－峰值；

片上模拟音频低通数字滤波器；

基于Windows操作系统的音量、静音控制功能。

● 电源：双电源供电，模拟部分典型值为5V，电流最大25mA；数字部分典型值为3.3V，电流最大30mA；总耗散功率不大于225mW。

● 封装形式：SSOP−28。

图1是PCM2702的实物、外形尺寸和引脚排列与名称，引脚的中文译名供参考。

就目前的应用来看，PCM2702也有一些不足，毕竟它推向市场已经有些时间了。

1.USB1.0规范已经老旧了，USB2.0已经广泛应用；

2.仅仅支持“回放”功能。虽然TI公司有支持“回放”和“录音”的“双工”USB控制集成电路TUSB3200，但是并非系统级的“单片”结构，电路复杂。

3.模拟音频位单端输出方式，差分方式似乎更高档些。

4.Windows音频已经迈入HD−Audio时代，DNR和SNR指标期待提高到120dB以上。

5.更多的基于硬件和Windows的音频控制功能，如音调控制、图式均衡器、SRS、3D音效等。

二、PCM2702的一般应用及其性能改善方法

PCM2702内部集成了复杂多样的功能，外围电路却很简单的，图2是采用PCM2702的USB接口的DAC电路原理图，线路输出端可以直接和功率放大器连接，也可以驱动32Ω以下的耳机；图3和图4是与之配套的采用双面板设计的印制电路图，来源于BB公司发布的PCM2702的参考设计“sbau025”，能够满足我们大多数情况下的应用要求。

图2中用来指示工作状态的电路在实际中的用处不是很大，如果想精简电路，PCM2702的10脚和11脚可以悬空，由VT002和VT003为核心构成的LED指示电路可以被精简，这样整个电路就更简单。图3是印制电路的顶层，即元件面，图4是印制电路的底层，即铜箔面，是从顶层俯视的透视

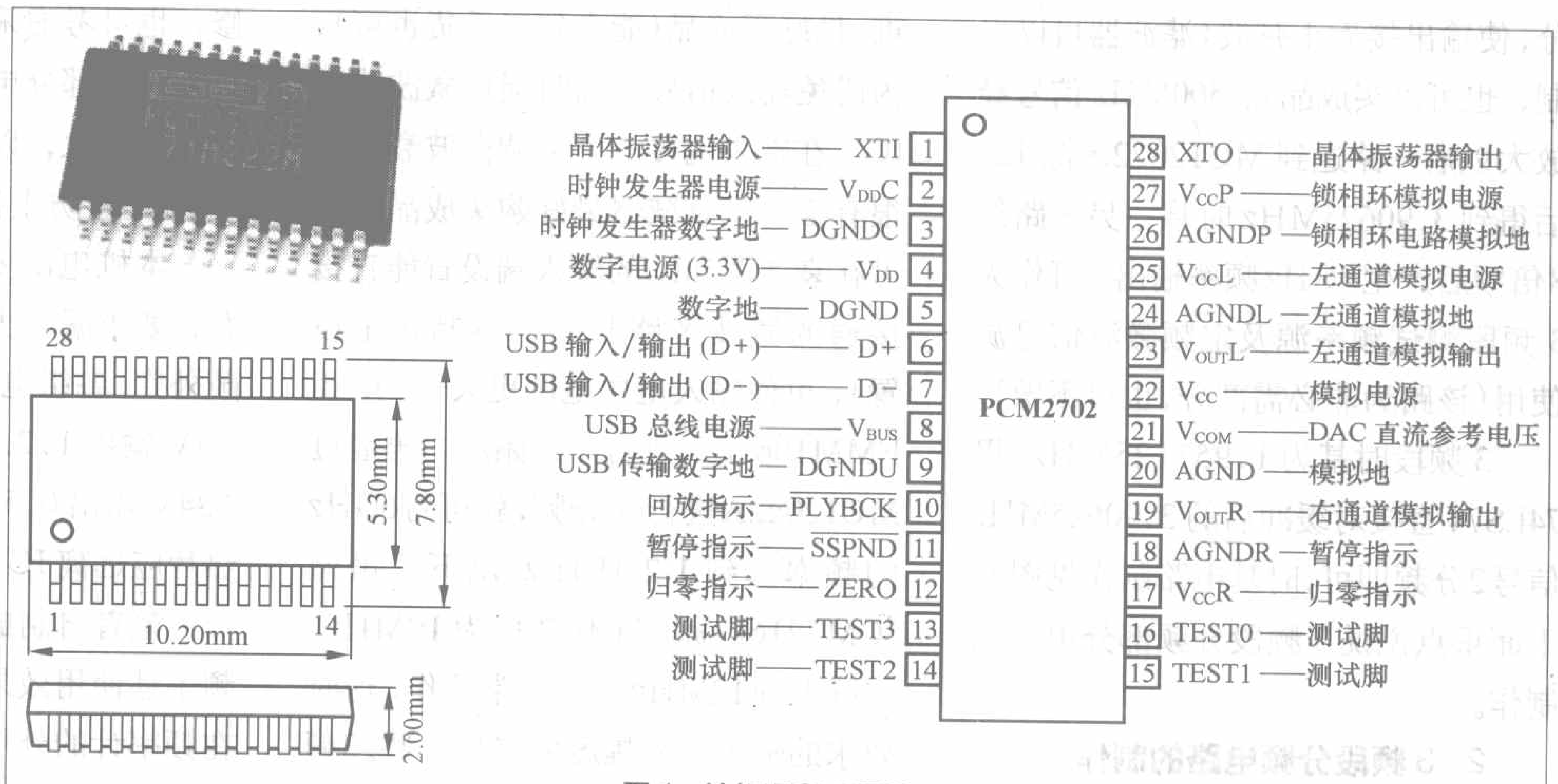


图1 认识PCM2702

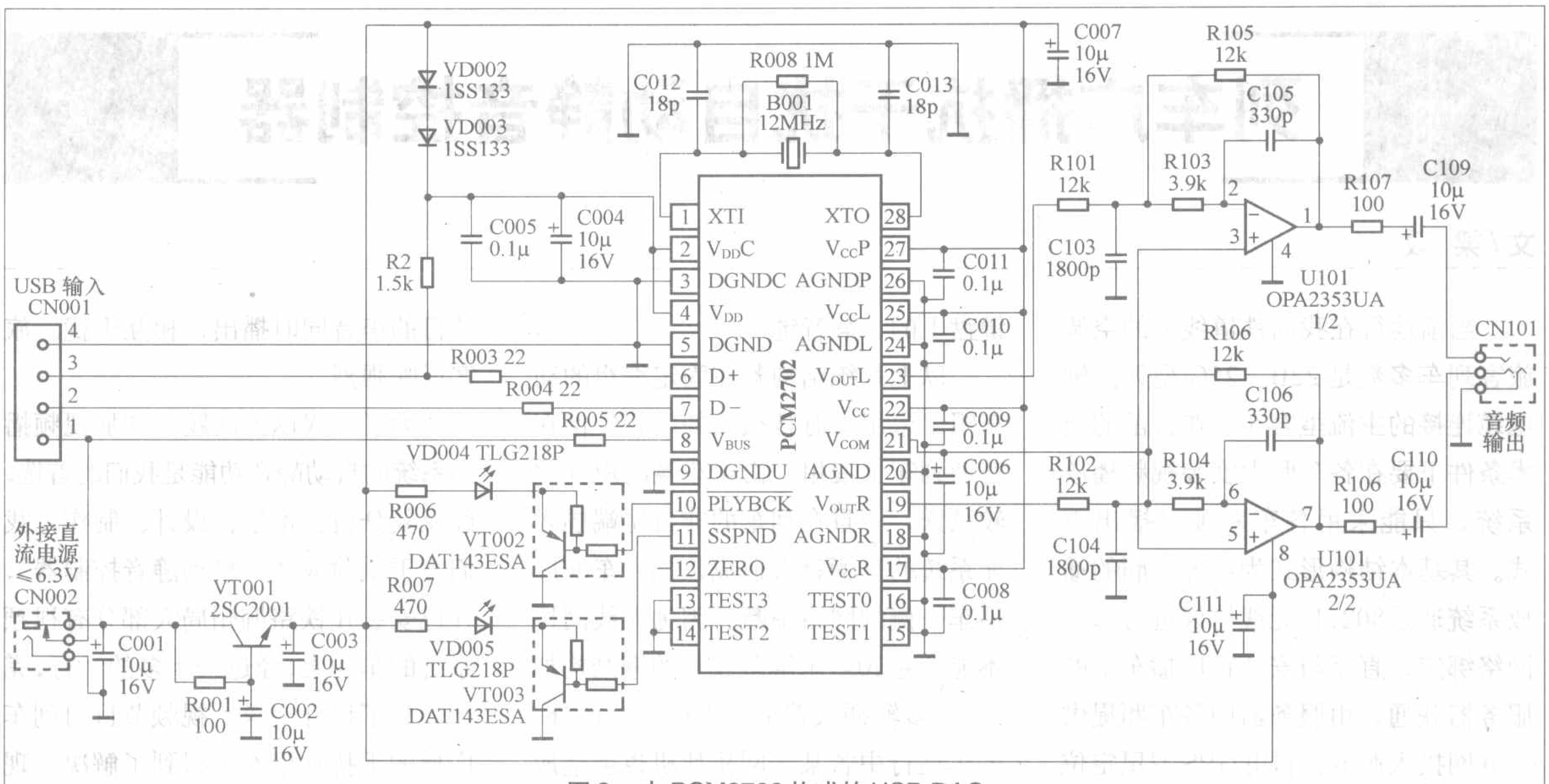


图2　由 PCM2702 构成的 USB DAC

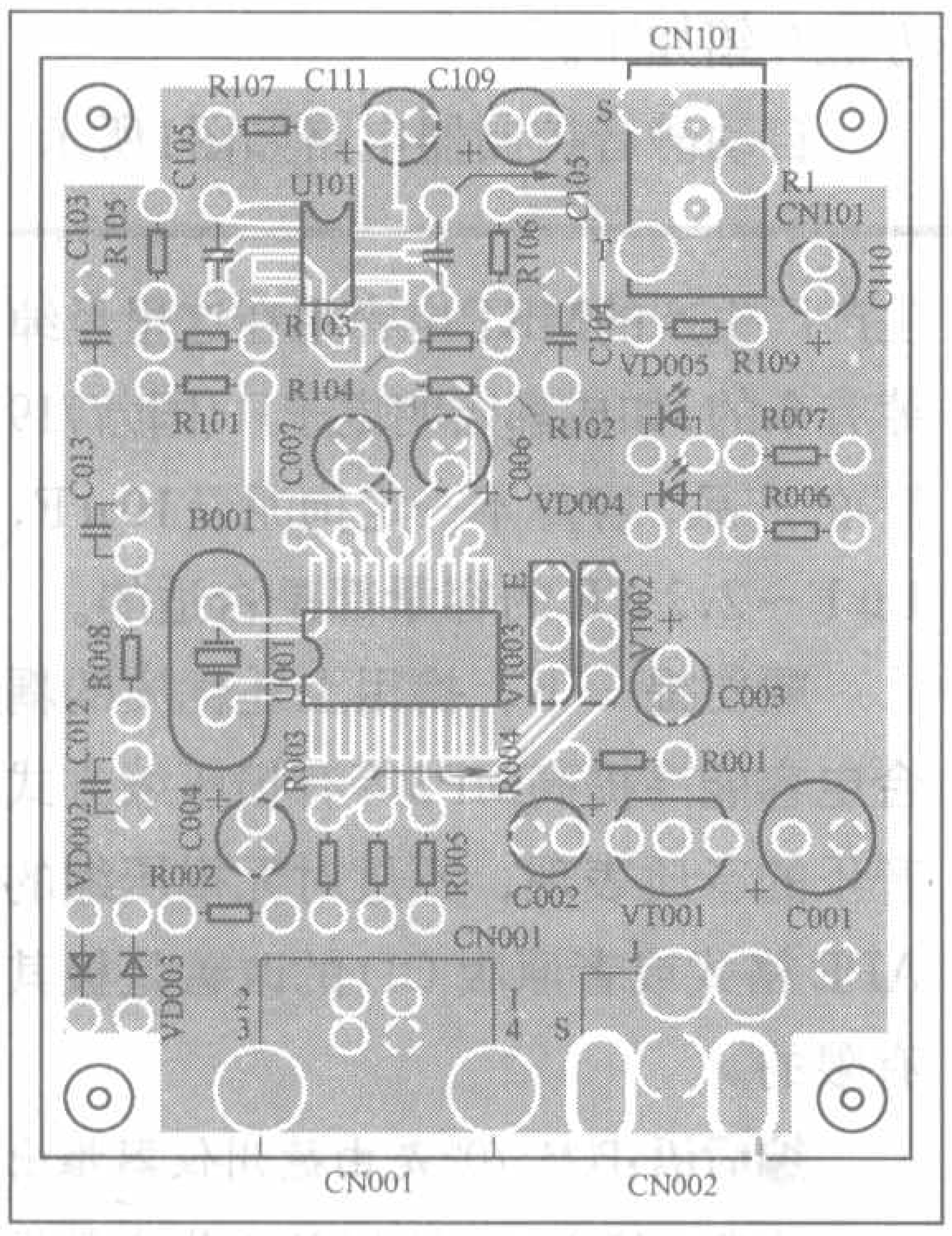


图3　印板图顶层（元件面）

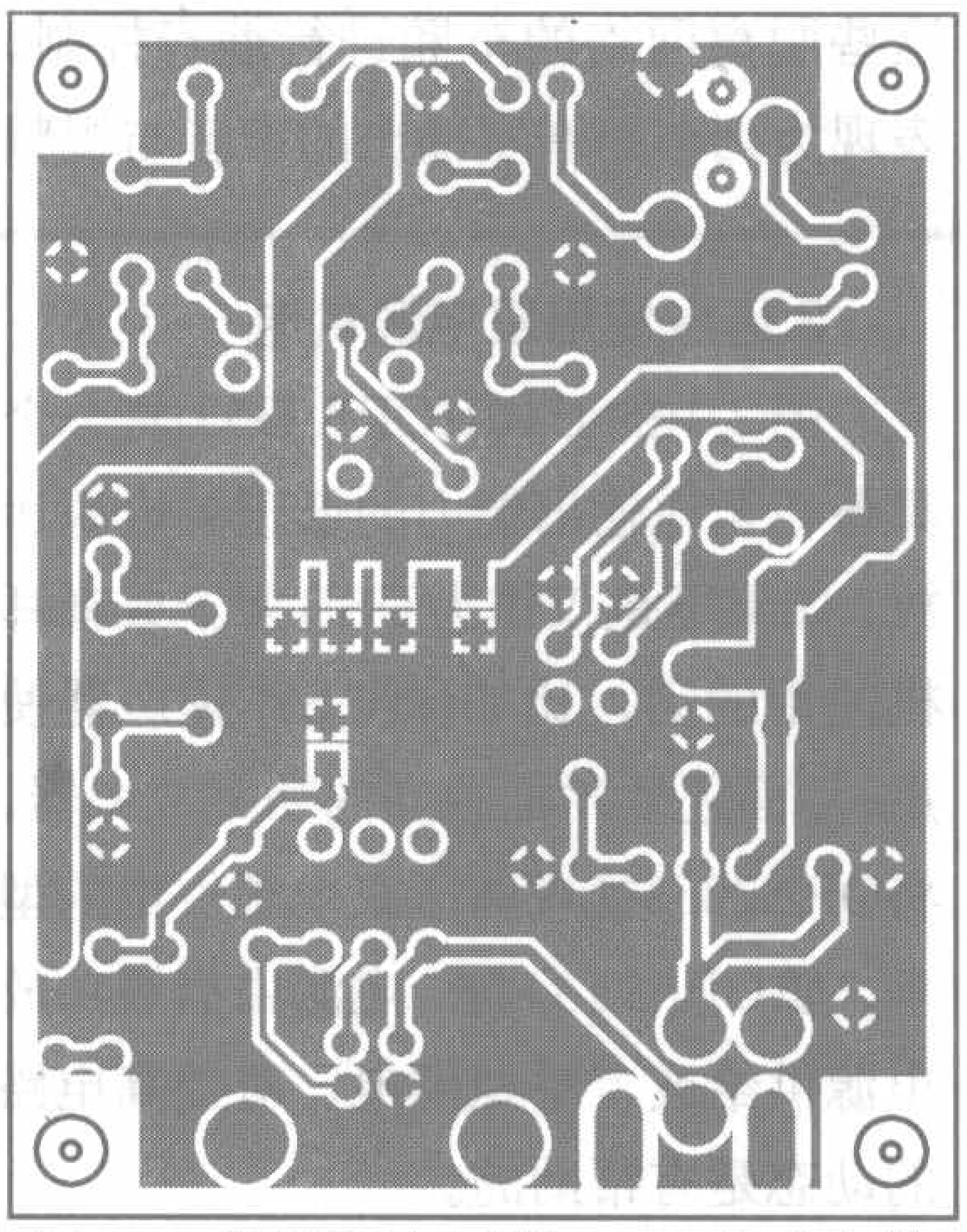


图4　印板图底层（铜箔面，顶层俯视的透视图）

图。印板图的两面都使用了大面积的敷地而没有采用数字、模拟分别一点接地的方式。

按照图2电路装配无误，与电脑通过USB端口正确连接后，用鼠标左键双击电脑视窗右下角的扬声器图标，就会弹出Windows音频属性窗口，在属性窗口中应该有类似“USB Speakers”的提示，这就表明电路的装配成功了。如果没有或者指示的还是原来声卡的名字，就要检查电路是否装配有误，与电脑的连接是否有误，尤其是与电脑连接的USB连接线。

在实际的装配调试过程中，为了提高图2电路的性能，笔者作了如下尝试：

1.增加ESD（静电保护）保护，提高电路的可靠性

PCM2702并没有内建专门的ESD保护电路，ESD保护能力有限，而与PC连接的设备比较复杂，加上专门的ESD保护电路可以有效地提高电路的可靠性。笔者使用了ON（安美森）的NUF2221W1T2，这是一个集USB 线路终端、EMI 滤波和ESD保护功能于一体的集成电路，使用这个采用SOT363小巧封装的IC不但可以提高电路的可靠性，还可以省去图2中的R003、R004以及R2，见图5。

2.使用LDO(低压差稳压器)提高性能

图2中5V电源使用VT001组成的电子滤波器电路，而3.3V数字电源则经过VD002和VD003由5V降压得到，如果分别使用LDO获得更纯净的电源，对提高电路的音频性能无疑是有益的。笔者使用了Maxim（美信）的双输出、低压差线性稳压器MAX8866TEUA，图6是与图2配套的实际应用电路，一路输出4.75V，一

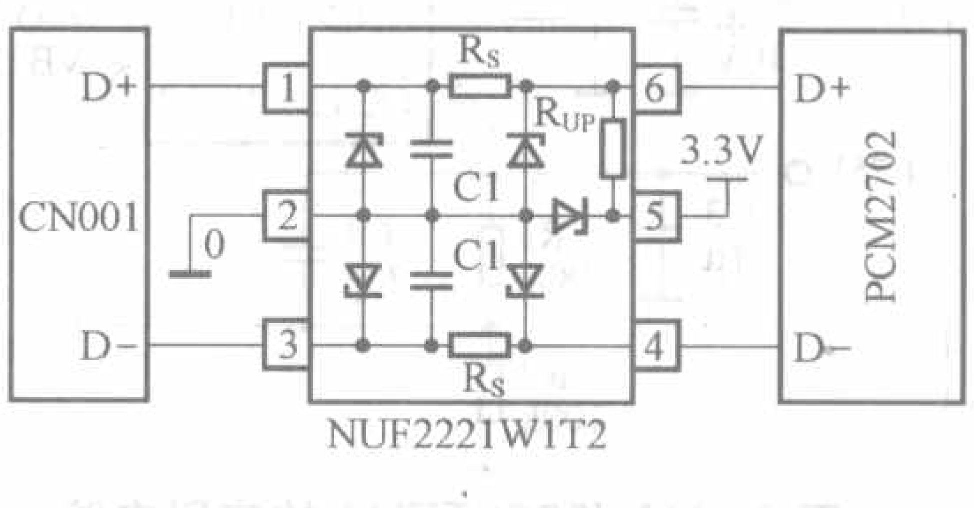


图5　NUF2221W1T2 的应用电路

列车广播抗干扰自动静音控制器

文/梁 政

当前运行在我国铁道线上的空调旅客列车多数是22B、25G型无同轴电缆连接的主流型客车。在目前的技术条件下要在各车厢上安装视频播放系统，只能采用各车厢独立播出方式。其基本结构形式为：各车厢的播放系统通过802.11无线协议进行邻车网络绑定，直至与安装在广播车上的服务器联通，由服务器向各车厢提供互联网接入服务、利用GPS卫星定位系统实现列车自动报站、列车即时速度提示和由播音员控制的全列车静音（在广播室播音前由播音员按下服务器键盘上的“静音键”）。

以上系统结构若在固定编组的动车组上采用没有什么大的问题，但在普通列车上使用，由于车辆的甩挂比较频繁，一旦在列车的非首尾端插入无系统的车辆就会造成该插入车非广播车一侧的网络中断。因为无线网桥不能穿越20多米屏蔽较强的钢结构加挂车（多辆插入就更不用说了）。此外，列车运行中若某一网桥死机也会造成网络中断。这样列车播音员就无法对这些脱离网络的车厢进行静音控制，表现为列车播音室播出的声音与视频节目的声音同时播出，相互干扰。旅客反映强烈。

为了克服以上问题，增加视频播出系统的自动静音功能是我们的首选。经反复分析、推敲、设计、制作，我们终于试验成功“自动静音控制器”，并已安装在铁路柳州局大部分有视频系统的车厢上，经过一年多的运行，完全达到了设计要求，视频节目对列车广播的干扰从根本上得到了解决。现将“自动静音控制器”的原理及调整方法介绍如下。

自动静音控制器电路如图1所示。

路输出3.15V。

数字电源使用3.15V是为了节省两个设定输出电压的电阻，因为MAX8866TEUA的两路输出电压既可以是固定的，也可以是可调的；固定输出是3.15V，电压设定脚，如图7中的8脚直接接地；可调输出需要使用额外的电阻，如图6中的R1、R2。图6电路除了可以降低电源的噪音（典型值：350μ VRMS），还能对电源电路进行多重保护，如过热、过流、电源极性反接等，对提高电路的可靠性也是有好处的。

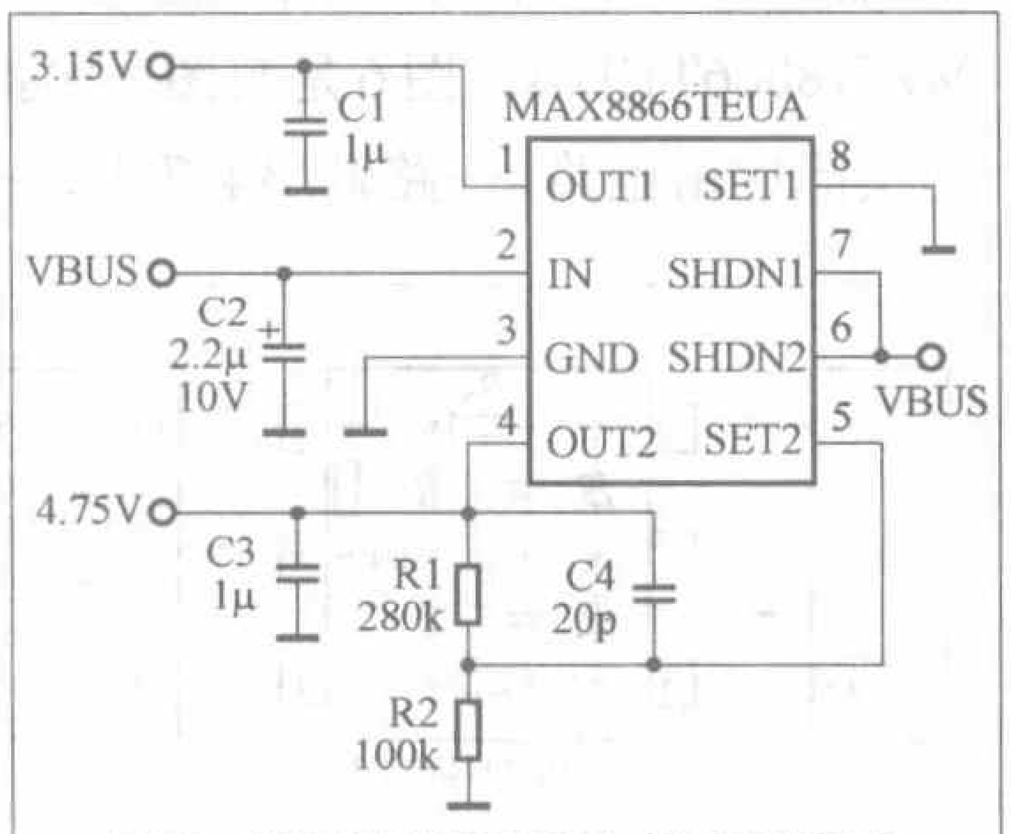


图6 MAX8866TEUA的应用电路

3.运放使用双电源供电

图2中的U101(OPA2353)是一个具备轨至轨输出能力的低压单电源运放，如果不是仅作为USB声卡或者耳机使用的话，比如作USB扬声器使用，后面还要附加独立的功率放大器，将OPA2353换成高压双电源供电的型号，如OPA2134等，电源由后级功放电源供给或者单独供电，对提高电路的动态是有帮助的。

4.耦合电容使用无极性音响电容

虽然PCM2702针对PC音源，不属于高保真音响的范畴，不过适当地采用品质优良的电容还是有效果的。图2电路中的输出耦合电容C109和C110采用的是普通的电解电容，换用音响专用的电解电容或者金属化聚丙烯能够改善其音质表现，笔者实际采用的是拆机的ELNA音频专用无极性电解电容。笔者不推荐使用昂贵的发烧电容，如SCR Solen的音响专用MKP电容（金属化聚丙烯电容）等，用在这里有些大材小用，国内正规电容生产厂生产的MKP电容用在这里是绰绰有余的，如成都宏明电子厂(国营719厂)的产品，容量不一定拘泥于10μF，1μF~2.2μF的容量都是合适的。

顺便提一下，换用上述优质的耦合电容能高提高MP3等有损压缩方式音乐的音质表现，不过对无损压缩的APE格式或者原版CD的改善是极其有限的。

编后语：PCM2702是由德州仪器推出的一款带有USB接口的16位立体声数模转换芯片，它可以为实现电脑音源的一系列外围设计提供帮助。《无线电》杂志特准备50片PCM2702E样片赠送给读者，对该样片感兴趣的朋友，可以通过电子邮件（E-mail：zhangyan@radio.com.cn）的方式来申请，来信主题请注明“PCM2702样片申请表”，并在信件中写明姓名、邮编、地址、单位、联系电话及设计思路。截止日期：2007年12月15日。在此特别鸣谢北京港深先锋科贸有限公司对此次活动的大力支持（联系电话：010-51656668，010-62539138）。

实物照片见图2（线间变压器外置）。

CD4011为2输入4与非门数字集成电路，表1为其真值表。

表1 CD4011真值表

A	B	L
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

我们将CD4011四个与非门的输入端都两两相连，成为四个非门电路，这里分别标为IC1～IC4。

在广播线无音频电压时，线间变压器T1次级也没有音频信号，三极管VT1由于R1的存在而正偏导通，导通的程度由R1的大小决定，此时接于VT1集电极IC1的两个输入端为低电平。根据与非门真值表可知：IC1的输出端3为高电平，以此推断IC2输出低电平→二极管VD1反偏截止，IC3由于R3接地使输入端为低电平、输出为高电平→IC4输出为低电平→VD3反偏截止→VT2无正偏压而截止→继电器无吸合电流而保持在释放状态→K1接通了视频播放器声卡与扬声器的通路，视频声音正常播出。

当广播线路中出现音频信号后，线间变压器次级就产生了变化的音频电压，在电解电容C1的充放电的作用下，当某一瞬间C1处于放电的状态时，拉低了VT1的基极电位，使VT1由导通变为截止→VT1集电极电压升高至接近电源电压→IC1的输出端3为低电平，以此推断→IC2输出高电平→VD1正偏导通→IC3输入端为高电平，C3充电上正下负，IC3输出端为低电平→IC4输出为高电平→VD3正偏导通发光→VT2获得足够的正偏压而导通→继电器K得电吸合→K1断开了视频播放器声卡到扬声器的通路→视频播放系统进入到静音状态。

当广播线路中出现的音频信号消失后，VT1恢复导通→IC1输出高电平→IC2输出低电平→VD1反偏截止，但由于C3的存在，IC3输入端的电平不会马上变为低电平，IC3之后各器件的状态仍然保持不变（维持静音状态），与此同时C3通过与其并联的R3放电，当C3上的电压降至IC3的翻转电压时（约6s）→IC3输出为高电平→IC4输出为低电平→VD3反偏截止而熄灭→VT2无正偏压而截止→继电器失电而释放→K1重新接通了视频播放器声卡到扬声器的通路→视频播放系统恢复正常播出。

表2

编号	元件名称	规 格	数量	作 用
T1	线间变压器	60V/8Ω 2W	1	隔离采样
VT1	三极管	9014	1	小信号放大
VT2	三极管	9013	1	功率推动
IC	四与非门	CD4011	1	控制
K	全密封小型继电器	VDs2Y-S-VDC5V	1	执行
VD1	二极管	1N4148	1	定时电平隔离
VD2	二极管	1N4001	1	续流保护
VD3	发光二极管	Φ3 红光	1	静音指示
P1	立体声插头	Φ3.5	1	连接电脑声卡
K3	立体声插座	Φ3.5	1	连接扬声器
R5/R6	电阻	220Ω	2	最小音量限制
R4	电阻	1k/ 1/8W	1	限流
R1	电阻	22k 1/8W	1	VT1上偏置
R2	电阻	33k 1/8W	1	C极限流
R3	电阻	4.7M 1/8W	1	定时放电
C4	电容	104/50V	1	高频滤波
C3	电解电容	2.2μF/25V	1	定时
C1	电解电容	220μF/25V	1	隔直流
C5	电解电容	220μF/25V	1	电源滤波
RP	双联电位器	2×1k	1	手动控制音量

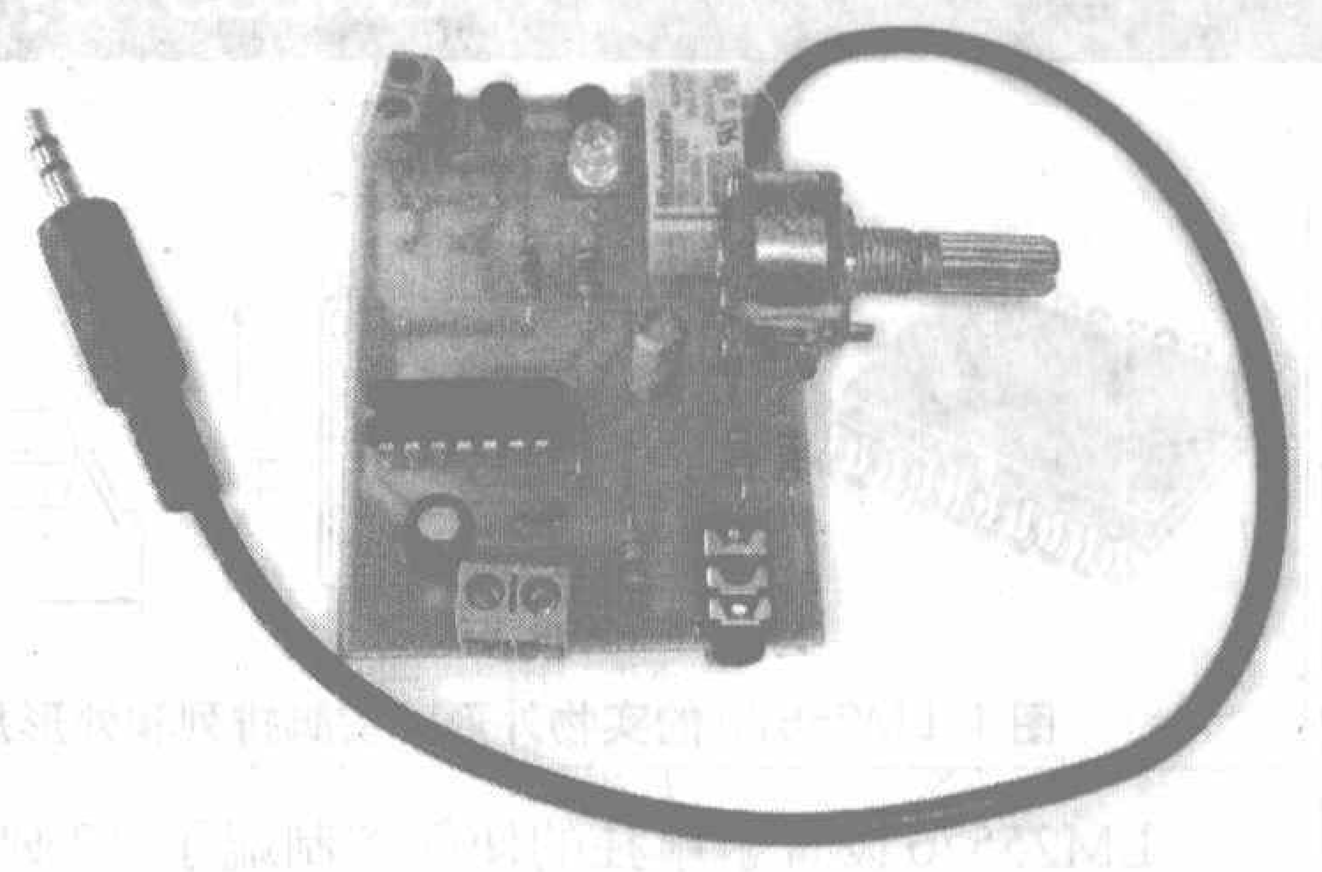


图2

本电路所用元件的参数及用途如表2所示。

由于列车广播线路中同时传输着各车厢的轴温报警器的载波信号，为克服它对自动静音控制电路的干扰所导致的电路误动作，R1的阻值不能选得过大，这与其在普通广播线路上的应用不同。经反复试验，R1选20k比较合适，若在实际应用中出现广播信号弱时不能静音或无广播信号时进入控制（红色LED发光），微调一下R1的阻值即可排除。

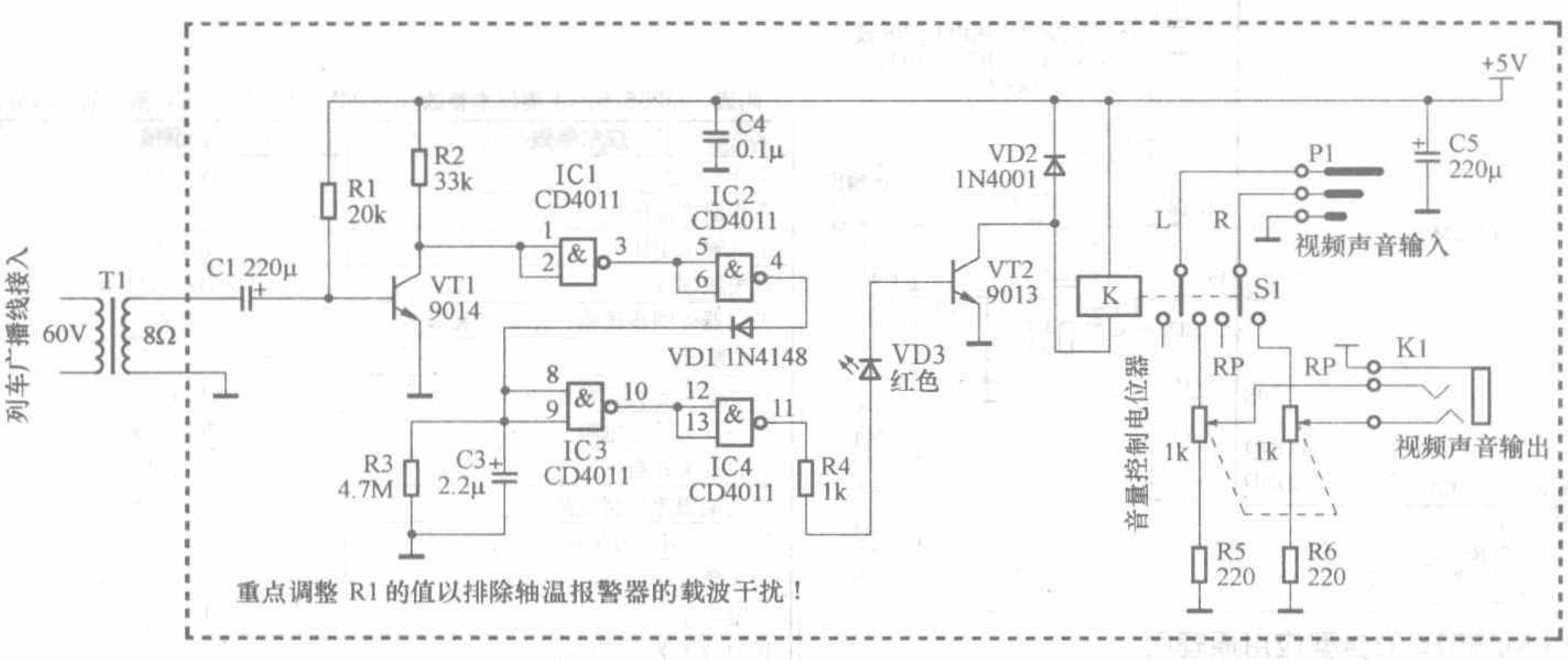


图1

新品速递

DC-DC 开关电源稳压集成电路

文/吴红奎

写在前面

本文介绍4种新型DC—DC开关电源稳压集成电路：LM25576、NCP3063、MAX15020、S—8550。

DC—DC开关电源又称为DC—DC变换器，因为它的功能是进行输入/输出电压转换，实际上它的全过程是“DC—AC—DC”，其中的“AC”是高频交流信号或者单极性开关信号，也伴随着电流转换和功率转换过程（转换过程中有转换损耗）。一般我们把输入电源轨在72V以内的电压变换过程称为DC—DC变换，常见的电源轨有车载与通信系列和通用工业与消费系列，前者使用的电源轨一般主要有48V、36V、24V等，后者则一般在24V以下，不同应用领域规律不同，比如在PC中常用的有12V、5V、3.3V等，模拟电路电源轨常用的是5V，数字电源轨常用的是3.3V等。为了提高效率和功率密度，DC—DC开关电源的开关频率在逐年提高，低压小功率应用已经提高到了2MHz以上，中、大功率应用也在向1MHz迈进。

LM25576：3A单片降压开关稳压器

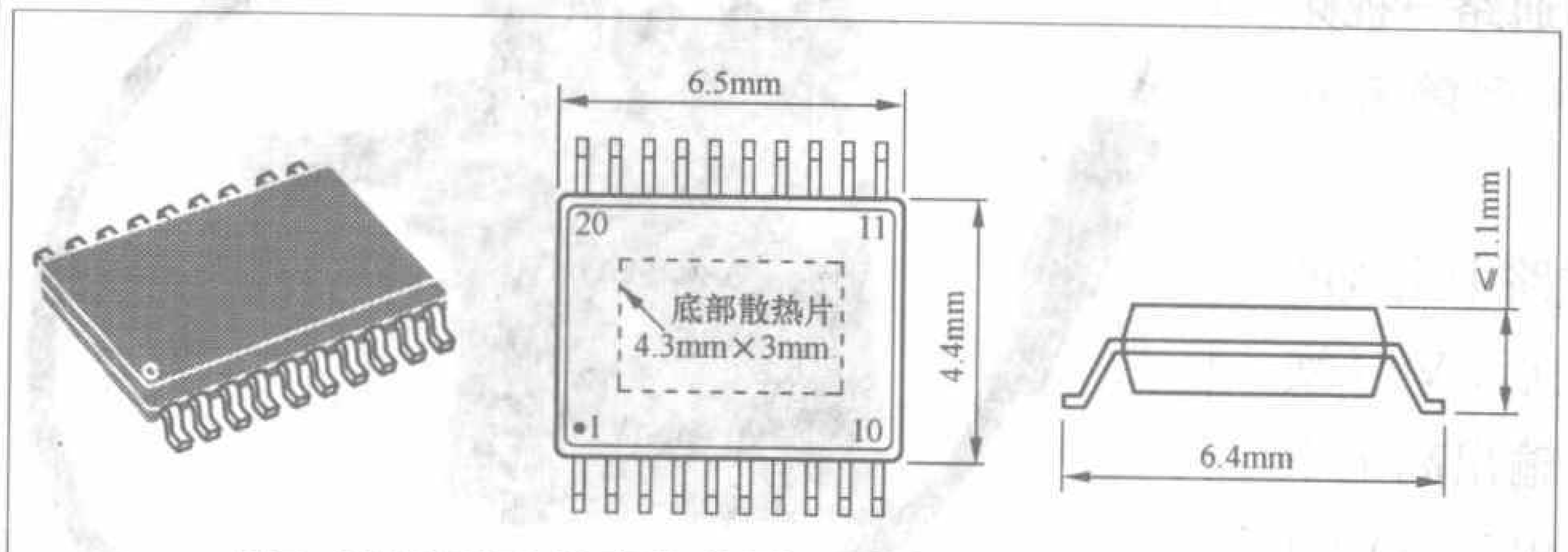


图1 LM25576的实物外形、引脚排列和外形尺寸图

今年NSC（美国国家半导体公司）先后推出了6款SIMPLE SWITCHER®系列电压变换器，LM25576是其中的最新成员，它采用模拟电流控制模式（ECM），降压式电路结构，内部集成了170mΩ的N沟道MOSFET功率开关，适应6V～42V的直流输入电压，开关频率由外部电阻在50kHz～1000kHz之间自由选择，连续电流输出能力3A。

LM25576设置了单独的使能控制端子（2脚）、软启动端子（11脚）、频率同步端子（5脚），允许使用系统频率或者多片IC以同一频率协同工作。LM25576集成的保护控制功能包括逐周期限流控制、短路保护以及过热关断功能，同时还提供网上EDA在线工具WEBENCH®支持。

SIMPLE SWITCHER®系列降压稳压器的主要特征是首次使用了获得专利的ECM技术。使用此项技术的该系列降压稳压器在适应宽范围输入电压的同时，开关频率最高达到了1MHz，而且提高了PWM信号的控制精度，从而提高了电源在轻载/空载条件下的动态性能。

LM25576采用底部带有散热焊盘的20引脚的TSSOP20封装，它的实物图形、引脚排列和外形尺寸参见图1，主要技术参数见附表，引脚定义和典型应用原理图参见图2，它的电子数据文档可以从www.national.com/ds.cgi/LM/LM25576.pdf下载。

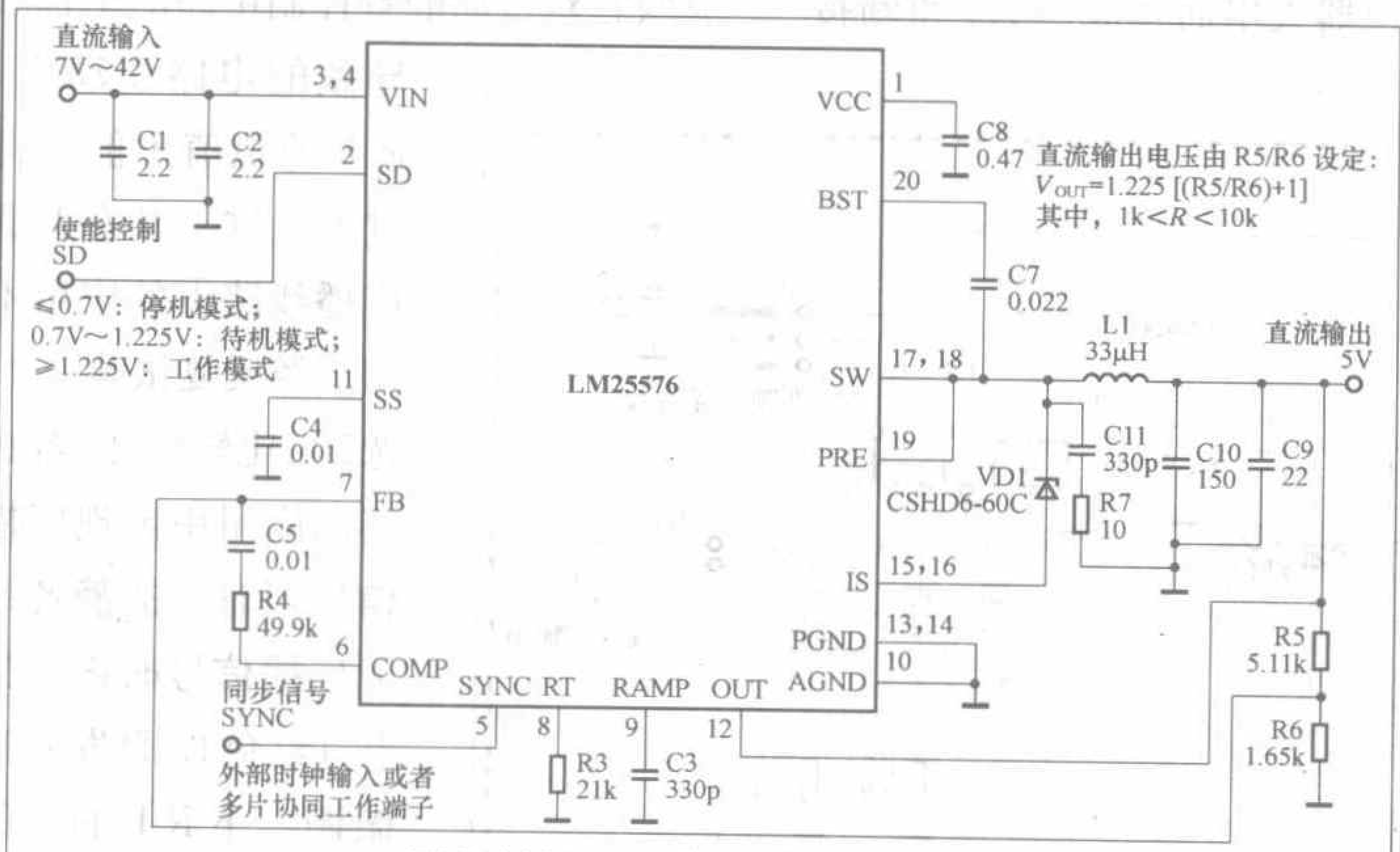


图2 LM25576的典型应用原理图

附表 LM25576的主要技术参数（V_{in}= 24V，T_J= 25°C，有特别说明者除外）

技术参数	典型值
工作电压范围	6V～42V
工作温度范围	－40℃～＋125℃
最低输出电压	1.225V
开关频率范围	50kHz～1MHz
振荡器外同步频率，R_T= 11kΩ	≥550kHz
Vcc端电压	7.15V
Vcc端欠压锁定阈值	5.35V
功率开关导通电阻	700mΩ
功率开关开启电压	3.8V
逐周期限流控制电流	≤5.1A
对于CCM，最小负载电流	250mA
最大负载电流	3A
基准电压	1.225V
误差放大器直流增益	70dB

MAX15020：带有直流电子调压功能的降压式 DC-DC 开关稳压器

附表 MAX15020 的主要技术参数（V_{IN}=36V，f=1kHz，T_A=25℃，有特别说明者除外）

参数符号	技术参数说明	典型值
V_{IN}	输入电压范围	7.5V～40V
I_{SHDN}	停机模式待机电流	≤15μA
f_{SW}	自振荡频率，由7脚设定	300kHz/500kHz
f_{SYNC}	外同步频率范围，7脚与19脚相连	100kHz～500kHz
D_{MAX}	最大占空比，自振荡，f_{SW} = 300kHz	90%
I_{ILIM}	逐周期限流控制阈值	3.5A
$UVLO_{RISING}$	欠压锁定阈值，电压渐升	≤7.45V
$UVLO_{FALLING}$	欠压锁定阈值，电压渐降	≥7.0V
$V_{ON/OFF}$	使能控制开启电压	1.225V
I_{SS}	软启动充电电流，对5脚电容充电	≤26μA
T_{SHDN}	热关断温度	160℃
	可调输出电压范围	0.5V～36V
	工作温度范围	－40℃～＋125℃
	工作消耗电流	1.6mA
	内部功率开关导通电阻	≤350mΩ

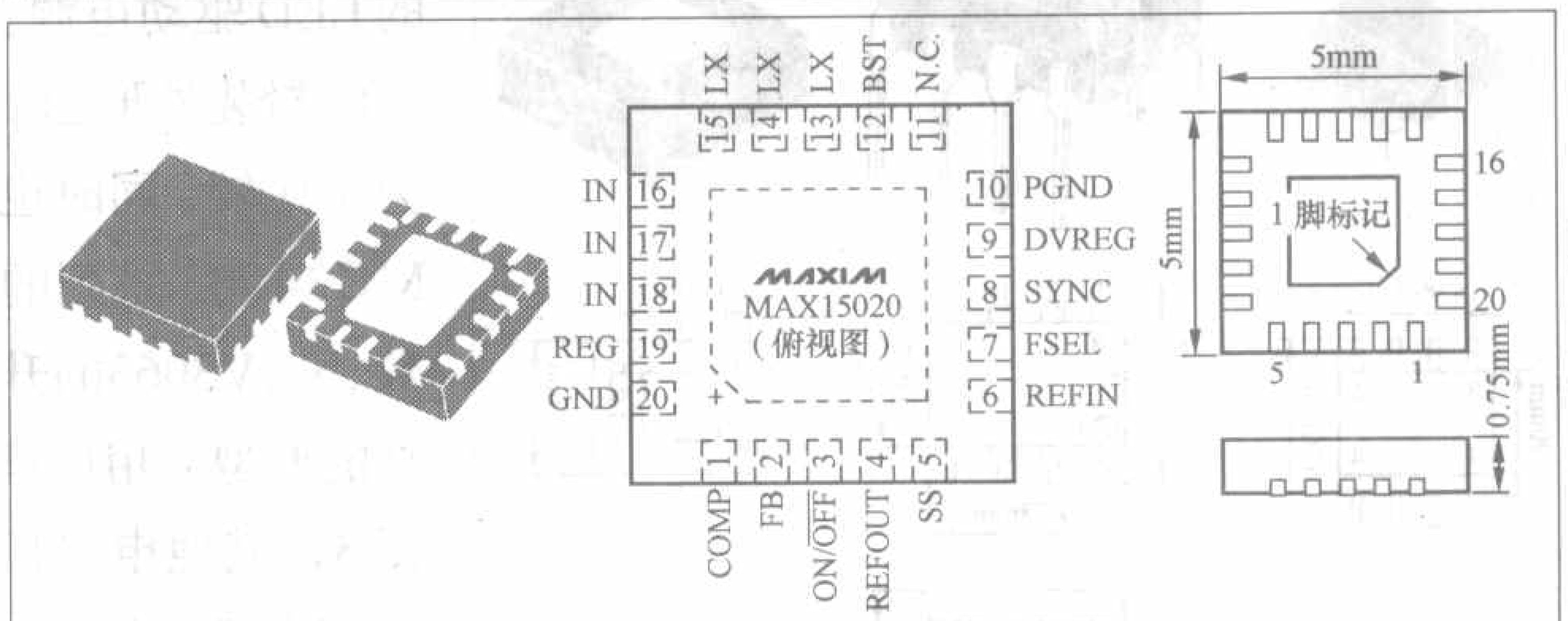


图1 MAX15020的外形和引脚排列

MAX15020是Maxim(美信)公司推出的降压式拓扑电压型单片DC－DC开关稳压器，它的突出特点是输出电压可以通过从REFIN端子输入的外部直流电平调节，也可以由连接于FB端子的电阻分压网络设定，直流电子调压优先，输入电压范围7.5V～40V，输出电压0.5V～36V可调。另外，REFIN端子外接RC滤波电路，也能接受PWM形式的控制信号。

MAX15020采用前馈电压控制模式，开关频率可以由FSEL端子选定为300kHz或500kHz，也可以通过SYNC端子使用外同步方式，同步频率范围是100kHz～500kHz。MAX15020的最大连续电流输出能力达到了2A，最高效率为95%。MAX15020集成的UVLO (undervoltage lockout，欠压锁定)和软启动功能可以由外部阻容元件进行配置，其他保护功能还包括逐周期限流控制、“打嗝方式”的输出短路保护以及过热关断保护。

MAX15020采用无引脚的20端子的TQFN20封装，推荐的应用领域包括车载电源、工业电源、通用降压稳压电源、打印机的打印头驱动器电源等，它的外形和引脚排列如图1所示，主要技术参数见附表，典型应用电路参见图2，电子数据文档可以从 datasheets.maxim-ic.com/en/ds/MAX15020.pdf 下载。

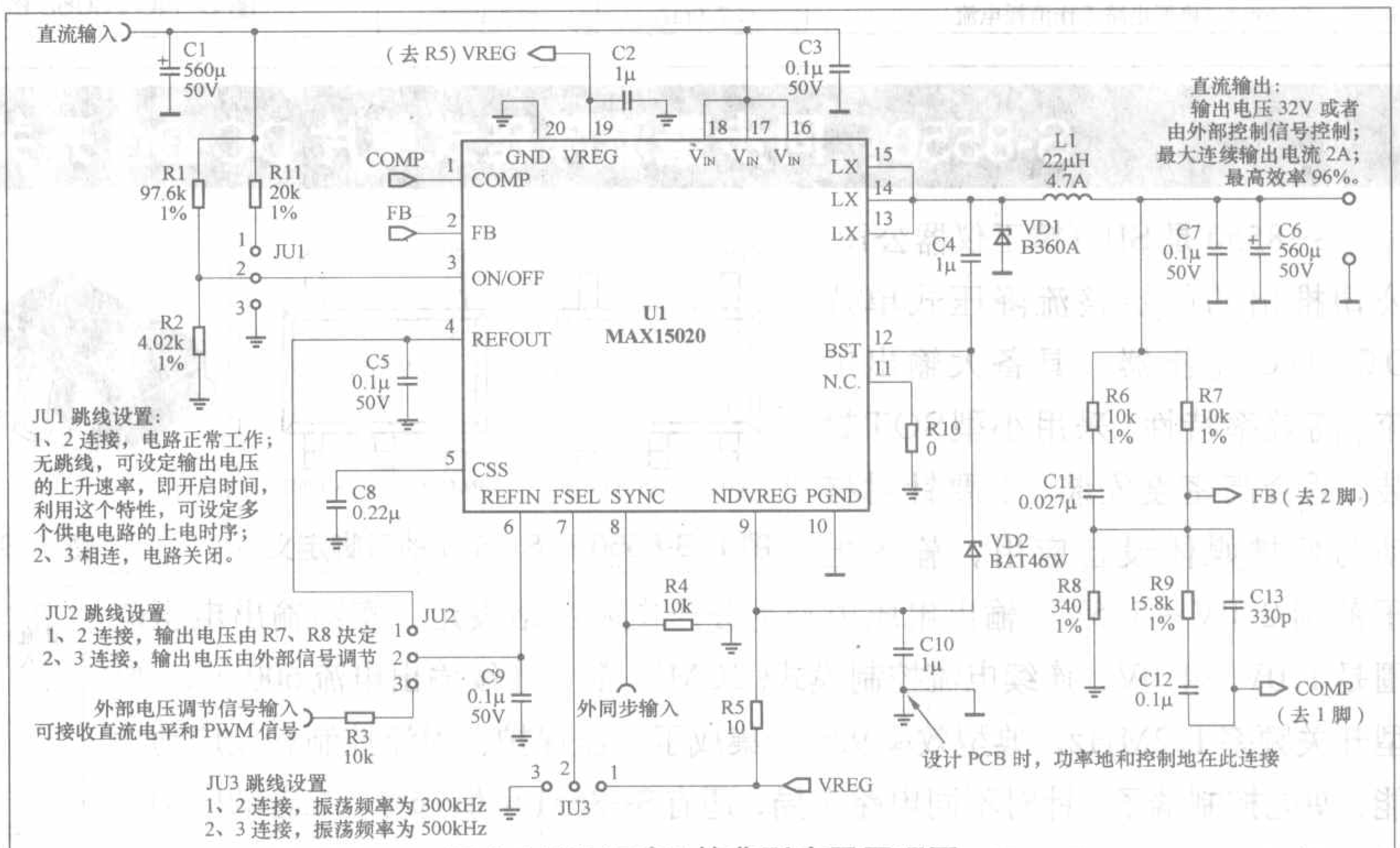


图2 MAX15020的典型应用原理图

NCP3063系列：兼容于MC34063的多种拓扑开关控制器

ON(安森美)公司推出了MC34063系列的升级换代产品——NCP3063系列，这个系列的引脚和功能完全兼容于MC34063，无需重新进行电路布局设计。MC34063是非常经典的多种电路拓扑的DC－DC开关稳压控制器，DC－DC开关电源中常见的升压(set－up)、降压(set－down)和电压反转(Inverting)电路拓扑都能应用，开关频率和输出电压可调，有过流保护功能，既可以作为单片小功率开关稳压器使用，也可以外接功率开关提高电流输出能力，原是Motolora公司的产品，至今仍被广泛用于DC－DC开关稳压器。

NCP3063系列的重点是在保持效率不降低的条件下提高了开关频率，同时也部分改进了内部控制电路。这个系列的峰值电流输出能力与MC34063系列一样，都是1.5A，对于单芯片更高功率输出的应用，还可以选用峰值电流输出能力为3.4A的NCP3163系列。

NCP3063系列包括NCP3063、NCP3063B、NCV3063三个型号，主要差别是适用的工作环境温度不同。NCP3063

系列的典型实际应用包括通用型小功率非隔离DC-DC电源、通用型的LED驱动电源、通用型的电池充电电路等。图1中的各图是这个系列的封装外形图，图2是其内部电路框图，附表是其主要的技术参数，为了比较，同时也列出了MC34063系列的相应参数。NCV3063的升压式拓扑的典型应用原理图参见图3，其他电路拓扑请参考其电子数据文档www.onsemi.com/pub/Collateral/NCP3063 DATA SHEET.PDF。

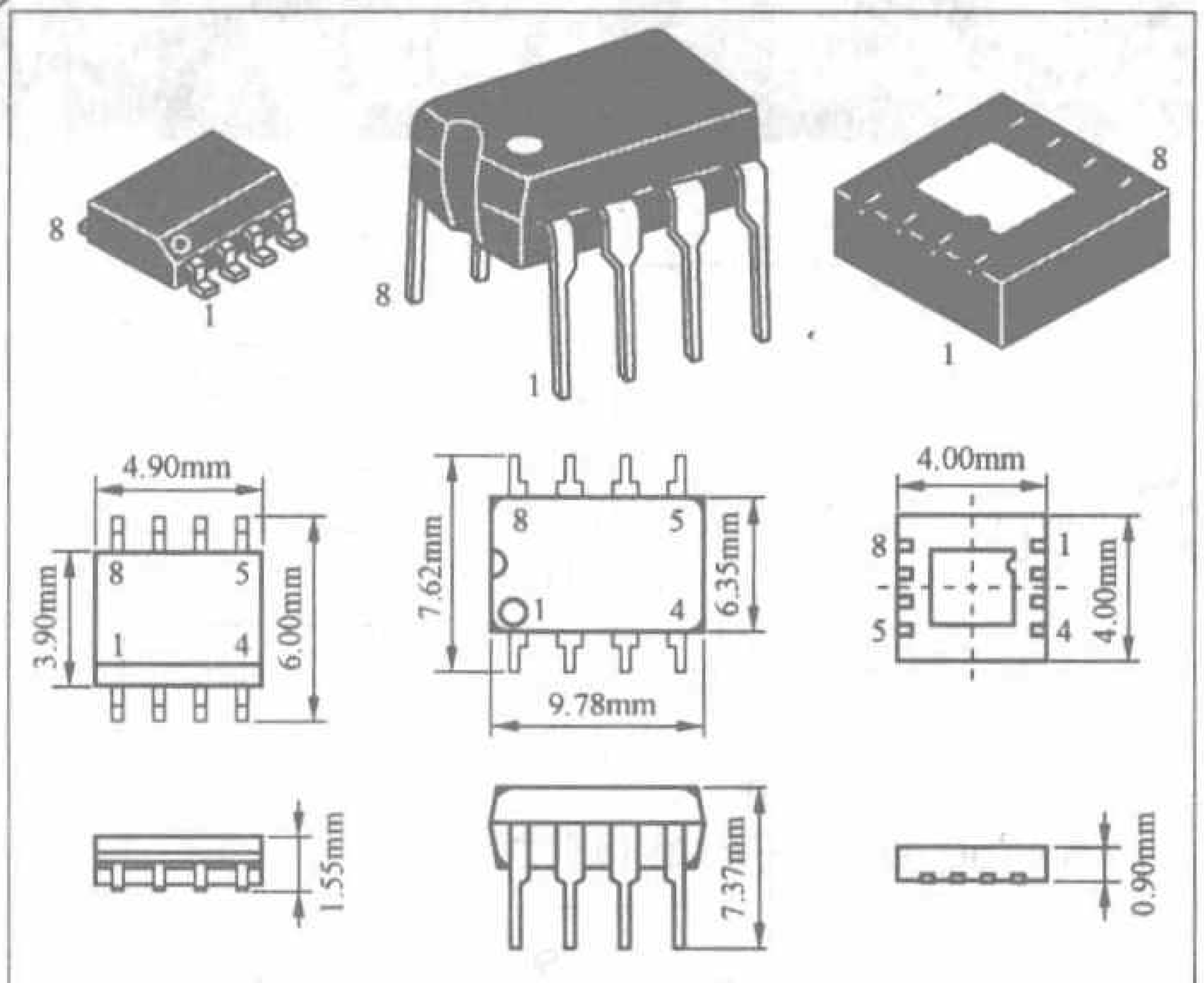


图1 NCP3063系列的实物及其外形尺寸图

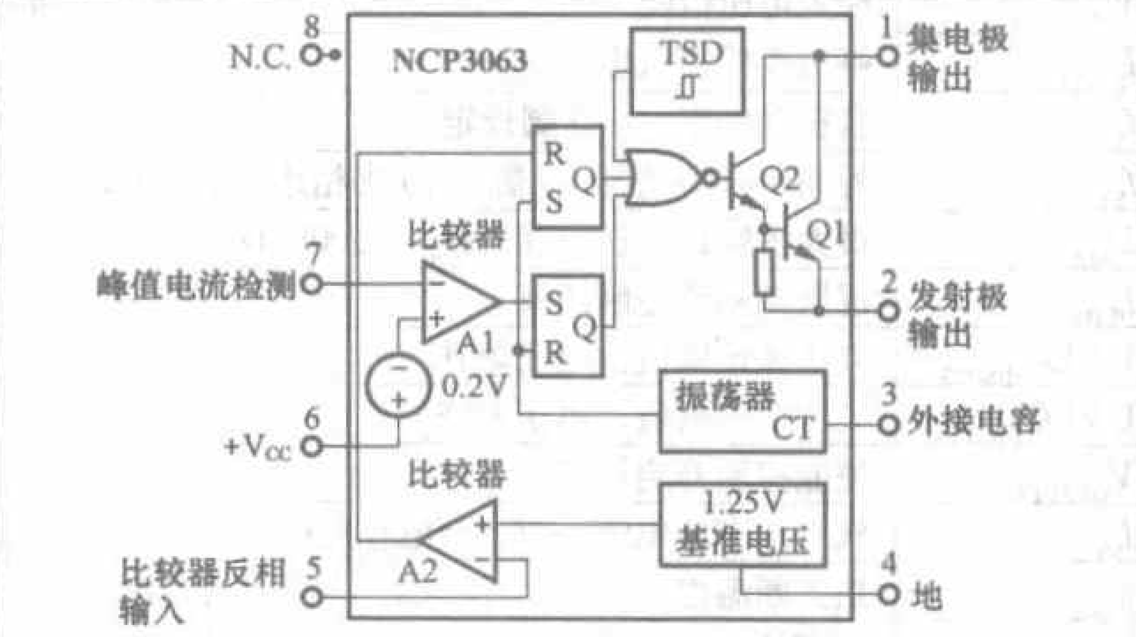


图2 NCP3063系列的内部电路框图和引脚定义

附表 NCP3063的主要技术参数及其与MC34063的对比（V_{CC} = 5V，有特别说明者除外）

技术参数	典型值	
	NCP3063系列	MC34063A系列
V_{CC}（最大工作电压）	40V	50V
I_{SW}（Output Switch Current，最大输出开关电流）	1.5A	1.5A
f_{osc}（Frequency Operation，工作频率范围）	≤150kHz	≤100kHz
Precision Reference(电压精度)	1.5%	2%
带有滞后控制功能的逐周期电流控制	有	无
8脚功能	空脚	驱动管集电极
Supply Current（典型电路工作消耗电流）	≤7.0mA	≤4.0mA

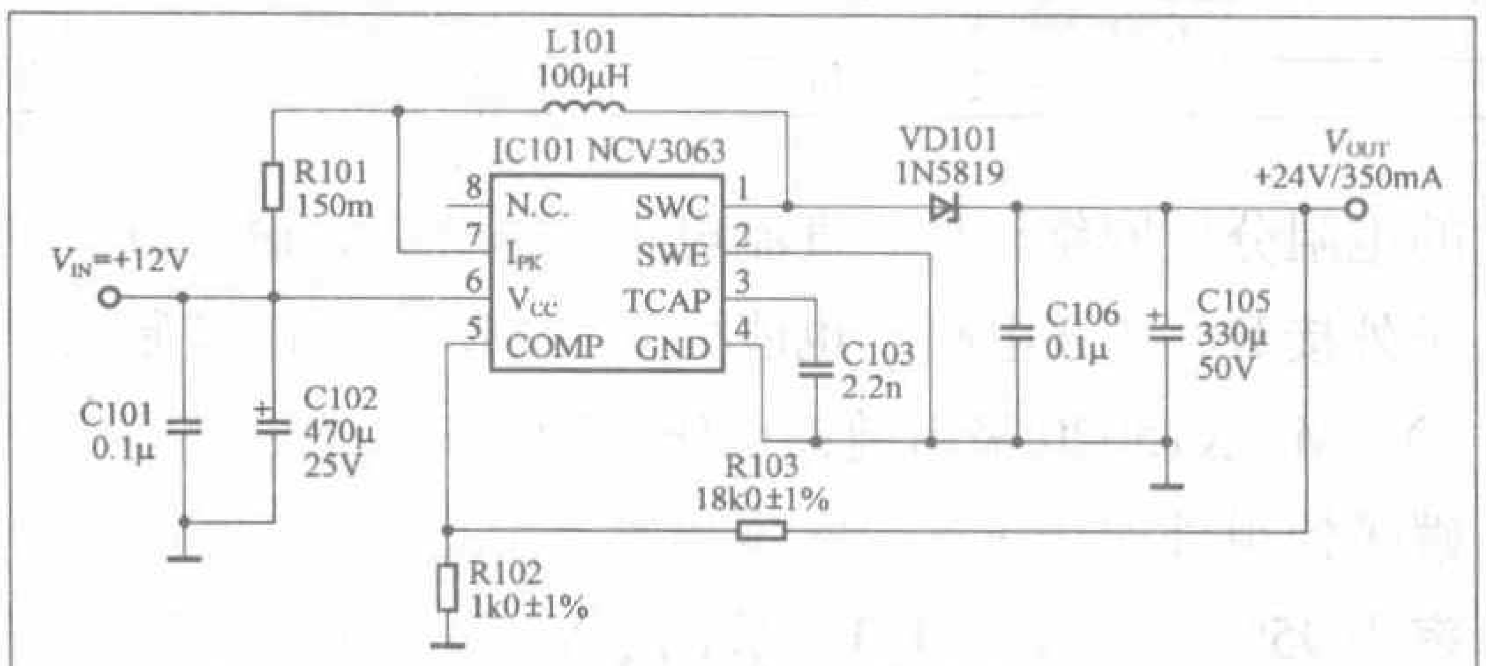


图3 NCV3063的升压电路拓扑的典型应用原理图

S-8550：同步整流降压式单片DC-DC开关稳压器

S-8550是SII（精工仪器公司）公司推出的同步整流降压式单片DC-DC稳压器，具备大输出电流、高效率特性，采用小型SOT封装，适合高密度安装，主要针对移动与便携媒体设备应用，输入电压范围2.0V～5.5V，输出电压由外部分压电阻网络设定，实际输出电压范围是1.0V～4.0V，连续电流控制模式(CCM)，最大连续输出电流600mA，典型开关频率1.2MHz，典型效率92%，集成了欠压保护、限流控制和软启动功能，使能控制端子，针对不同电路布局，还有S-8551可供选择，二者的区别只是引脚排列不同，图1是二者的引脚定义。S-8550有一个特点是可以工作到100%占空比，即使输入电压低于设定的输出电压，IC仍然会正常工作，只是不再有稳压能力，输出电压略低于输入电压并随输入电压的变化而变化。

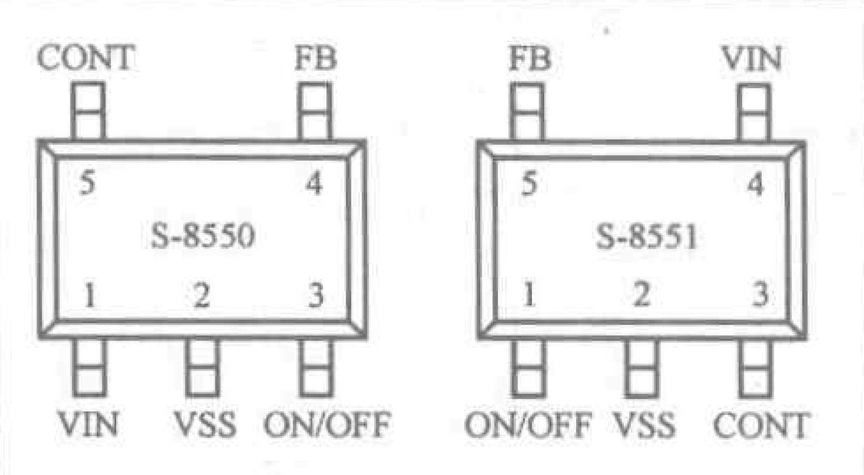


图1 S-8550和S-8551的引脚定义

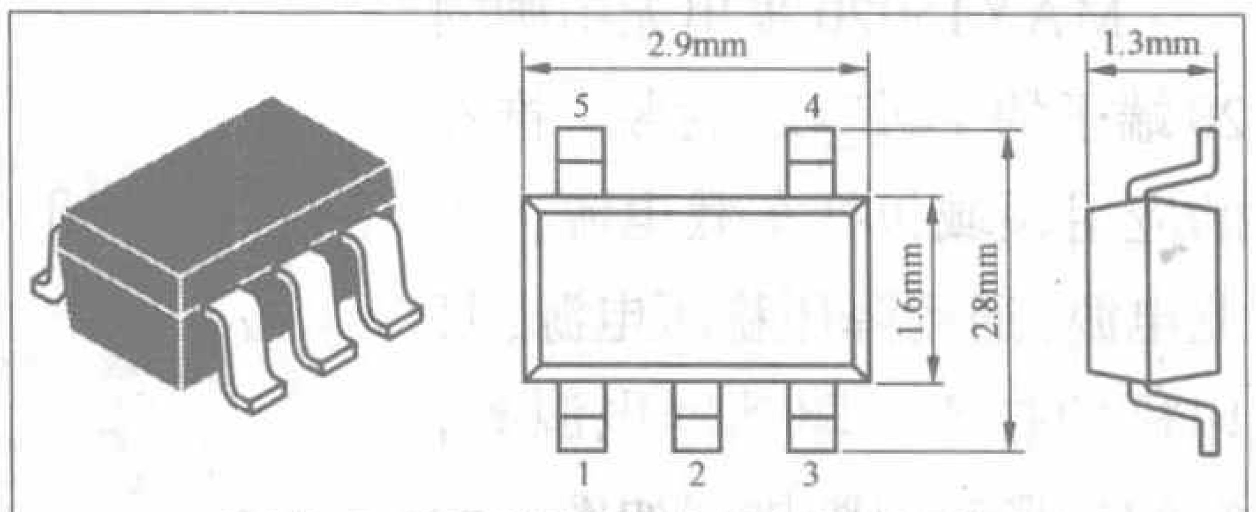


图2 S-8550/S-8551的封装外形图

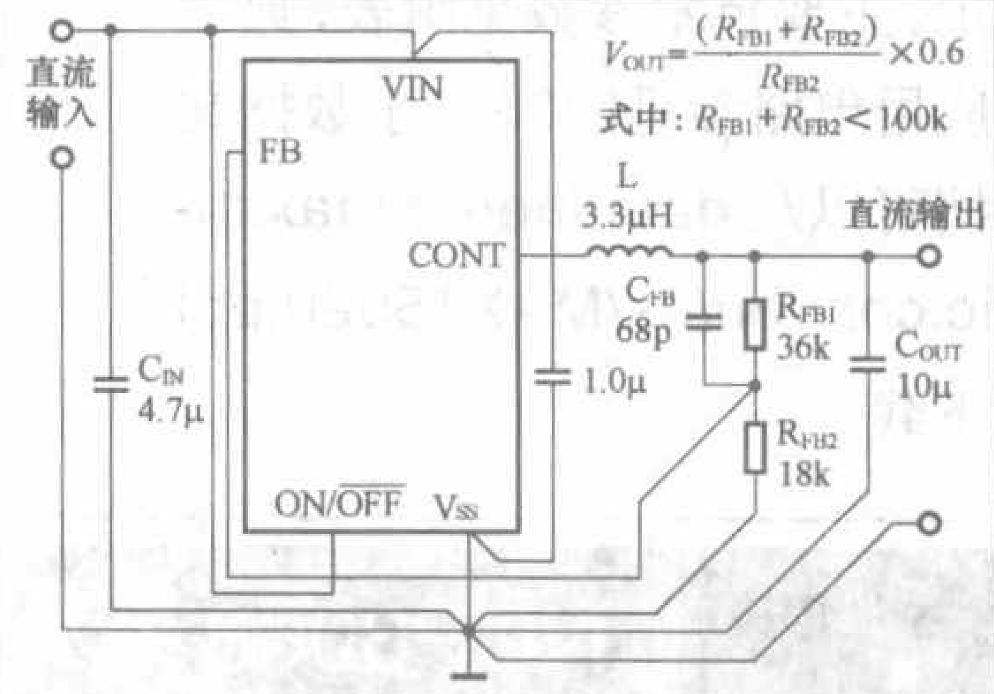
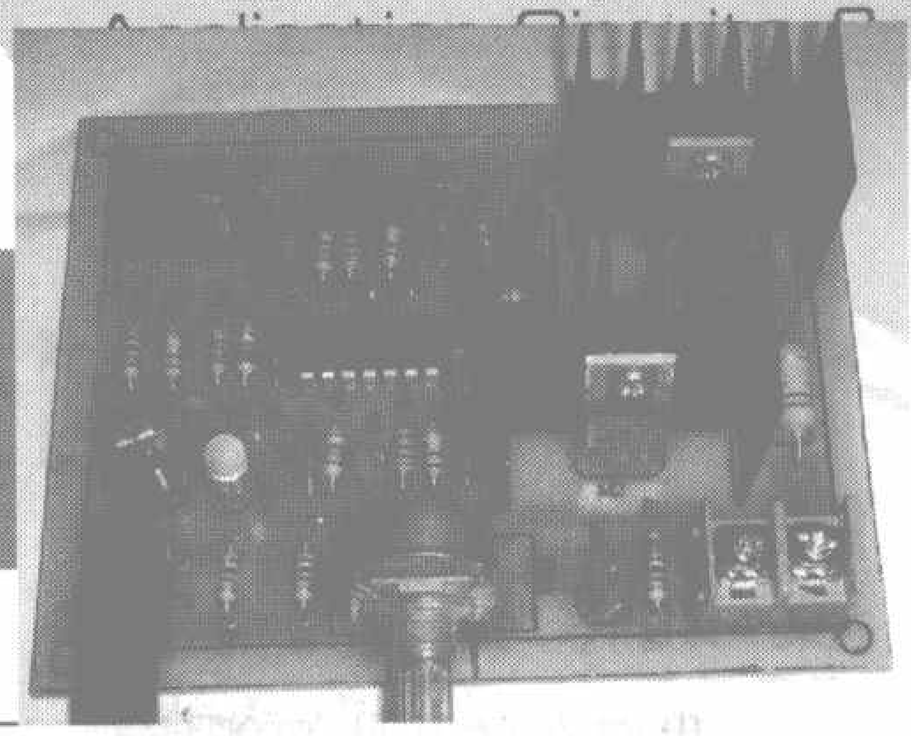


图3 S-8550的典型应用原理图

附表 S-8550的主要技术参数（V_{DD} =3.6V，V_{OUT} =1.8V，T_A=25°C，有特别说明者除外）

符号	参数说明	典型值
V_{IN}	工作输入电压范围	2.0V～5.5V
V_{OUT}	输出电压范围	1.1V～4.0V
T_{opr}	工作环境温度范围	－40℃～＋85℃
P_D	最大耗散功率	600mW
V_{FB}	反馈电压	0.6V
$\Delta V_{FB}/\Delta Ta$	反馈电压温度系数	±100ppm/℃
I_{SSS}	待机状态消耗电流（$V_{ON/OFF}$= 0V）	≤1μA
R_{PFET}	集成的P沟道VMOS导通电阻（I_{CONT} =＋100mA）	≤600mΩ
R_{NFET}	集成的N沟道VMOS导通电阻（I_{CONT} =－100mA）	≤500mΩ
I_{LIM}	限流保护限制电流	1A
f_{osc}	振荡器振荡频率	1.2MHz
t_{SS}	软启动时间	1ms

S-8550采用5引脚的SOT235封装，图2是它的封装外形图，因为器件很小，实际器件上标注的是器件代号，R5A表示S-8550，R5C表示S-8551。需要额外说明的是，小封装器件很多都采用类似的标识，所以上述标注只有确定是S-8550或者S-8551的情况下才是如此。附表是S-8550的主要技术参数表，图3是它的典型应用原理图，它的电子数据文档可以从ftp.sii.co.jp/pub/ic/spd_dtst/dt_sht_c/swi_regu/S8550_8551_C.pdf下载。



自己动手做个恒流电子负载机

文/冉小平

电子负载机是很多从事电子设计尤其是电源设计与制作的朋友们必备的工具，在设计中有时需要给电池等器件放电，如果用个水泥电阻进行电流调节，不但不能恒流还不够方便，而买一台市场上的成品电子负载机，最便宜的也要近1000元。笔者自己动手做了一台电子负载机，该负载机的制作元件易找，制作后不用调试就能使用，还具有恒流及各项保护功能。经过试用效果十分理想，不但可以用来对电池恒流放电，还可以用在工厂对生产的电源产品做老化实验用等。在此将制作方法同大家分享。

电路原理

电路如图1所示。VT4提供整个电路的2.5V基准电压。IC1A、R9、VT1、VT2等组成开关式恒流电路。例如当Load端接入电池，并且刚开始电流在R9上产生的压降（C点）没有B点的电压高，此时D点输出为高电位， VT1、VT2持续导通，于是R9上的压降（C点）将持续增加直到超过B点电压，此时D点输出为低电位，VT1、VT2关断。这个过程一直重复下去，所以恒流电流＝{[2.5÷(*R*7+*R*8)]× *R*8}÷ *R*9。以图中为例，流过Load端的电流为{[2.5÷(100k+10k)]× 10}÷ 0.1 ≈ 2.3A。

IC1B起低压保护作用。平时G点电位高于H点，所以F点为高电位，VT3不动作，VT1、VT2正常工作。当Load端的电压低于设定值时F输出为L，VT3动作，将VT1、VT2（E点）的驱动电压拉低，VT1、VT2将不导通，无负载电流流过Load端口，起到了低压保护作用。例如在对一块铅酸电池放电时，将12V的电池放到电压只有3V时，该电路就会发挥低压保护作用，终止放电电流。希望终止的放电电压可通过[*U*÷（*R*13＋*R*10)]×*R*10=2.5V来计算，其中的*U*就是希望终止的放电电压。

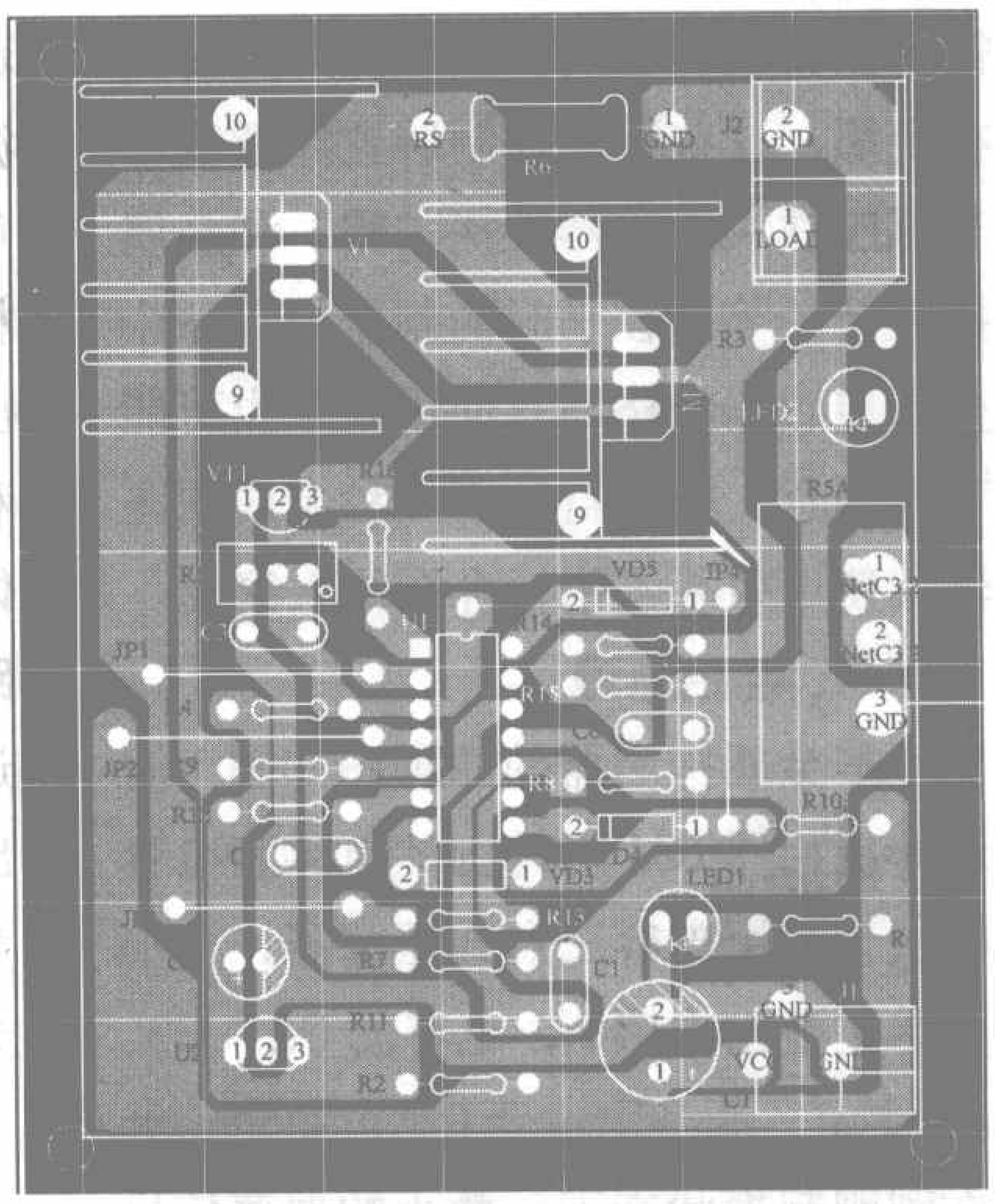


图2 Protel Layout图

IC1C的作用为最高电压限制，原理同IC1B，它用于保护VT1、VT2安全工作。设想一下，流过VT1、VT2的电流是恒定的，当Load端的电压无限制地升高时，VT1、VT2的功耗也就无限制地升高了，而VT1、VT2的功耗是有限制的，VT1、VT2就很可能损坏，所以必须进行最高电压限制。

IC1D起最大电流限制作用，原理同IC1C。图1中的R8可调电阻开路时，B点的电压为2.5V。这时的限流值是25A，VT1、VT2如果功耗不够，也一定损坏。这部分公式为：希望流过R9的最大限制电流＝{[2.5÷(*R*14+*R*11)]×*R*11}÷*R*9。

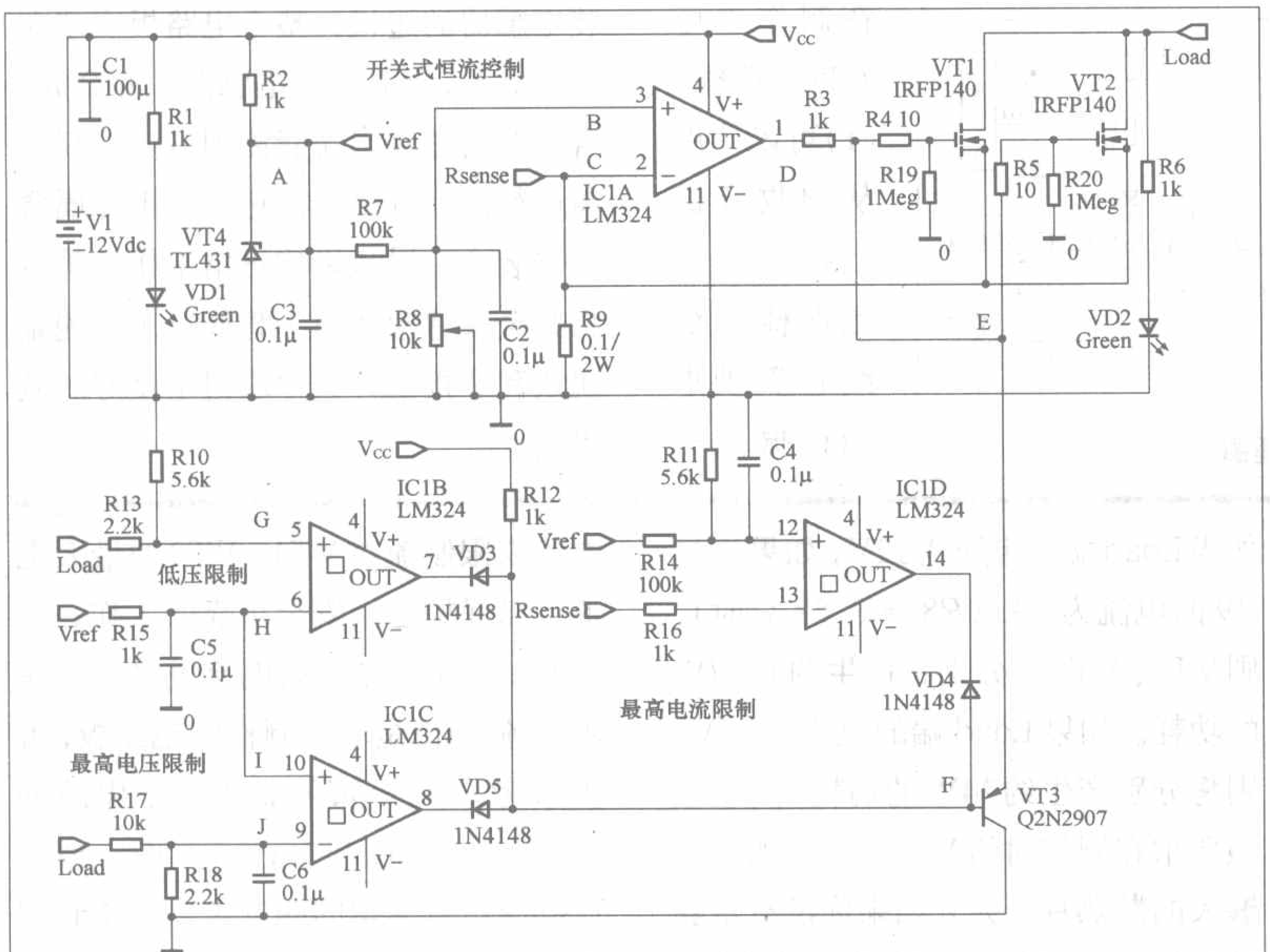


图1 电路原理图

制作方法

制作该电路选用的都是普通元件，但VT4对电流的限制精度很重要，最好选1%精度的。其中的R8、

自制金属探测器

文/胡 炼 贺 静

我们在做某些智能控制设计时，需要检测金属物的位置或探知是否存在金属，这些智能控制装置如智能小车感应铁块、机器人探“雷”和金属接近开关等。在平时的制作中买一个金属传感器价格高且使用效果也可能不太满意。笔者自制了一种金属探测器，使用效果不错，介绍给大家。

一、电路原理

本金属探测器的原理图如图1所示，反相器IC1与外围的电感和电容构成了一个电容三点式振荡器，振荡频率主要由电感L，电容器C2、C3、C4决定。调节电位器RP可使电路处在刚刚起振状态下。微小的振荡信号通过由IC2和R1组成的放大电路进行放大。再经二极管VD整流，电容器C5滤波，最后经过反相器IC3和IC4进行放大和整形。在IC4和IC5的输出端得到两路反相的输出信号。

在金属探测器的探头电感L没有接近金属物体时，电路正常起振，振荡信号通过反相器IC2放大及整流滤波，在反相器IC3的输入端形成一个负电压，使IC3的输出端为高电平，反相器IC4的输出端为低电平，IC5的输出端为高电平，发光二极管发光，有利于控制器拾取该信号。当有金属物体接近时，电感L的*Q*值下降，使电路停振。由于反相器IC3的输入端通过电阻R2上拉到V_{CC}，所以IC3的输出端为低电平，IC4、IC5输出端分别为高电平和低电平，发光二极管不发光。

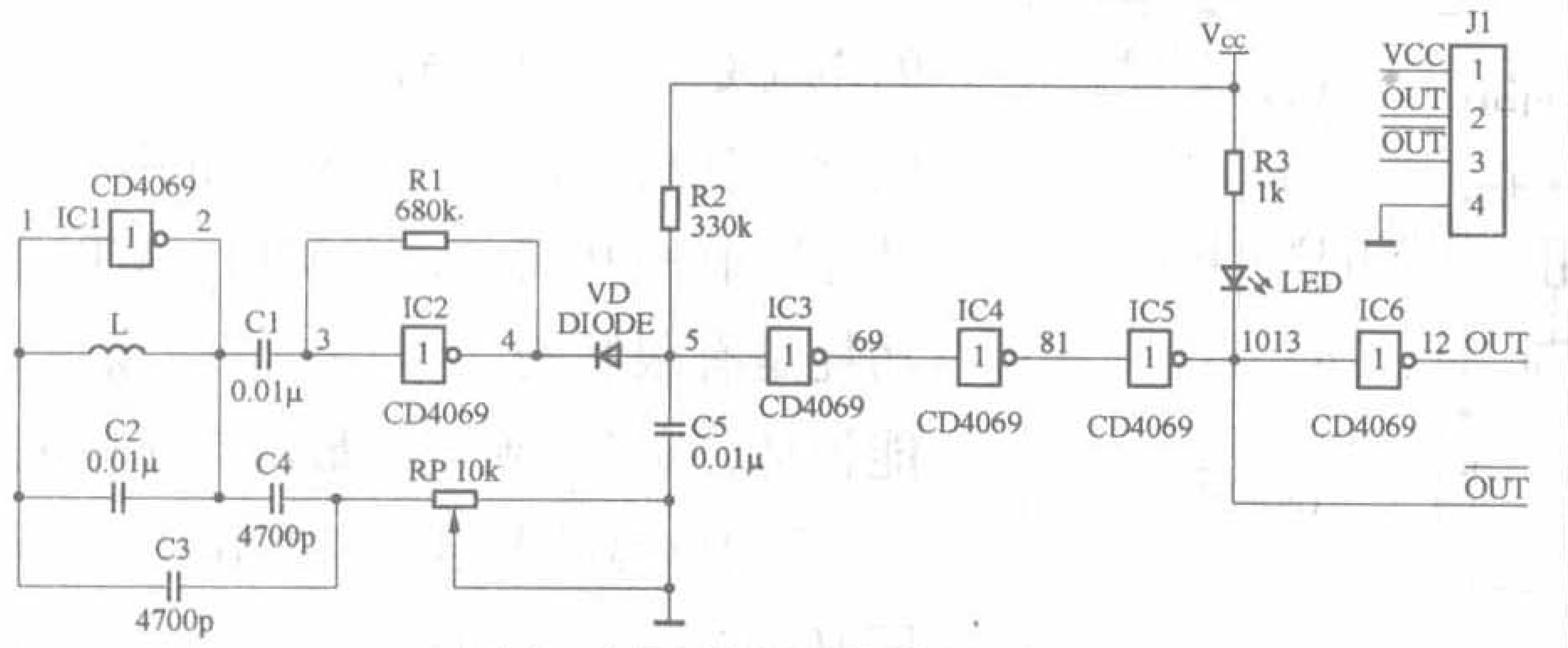


图1 金属感应器电路原理图

二、元器件选择

图1中要求反相器IC1工作在线性状态，所以选用CD4069六反相器集成电路。V_{CC}接正电源，V_{SS}接负电源，电源电压可以为3V～15V(DC)，用+5V供电完全能实现与单片机直接连接。

电感L探头是非常重要的元件，它的性能直接关系到感应器的感应性能。在制作中可有以下选择：(1)可以选用从旧收音机上拆卸的带磁性棒的绕线电感，要求能让振荡器正常起振，但感应距离较近，一般在2cm左右。(2)选用大约为6.8mH的立式电感，电感的电阻值最好在10Ω以内，电感器的电阻越大，则探测距离越小。(3)自制高*Q*值的电感探头，可以用Φ0.15mm～Φ0.2mm的漆包线在Φ10mm的磁棒上绕300匝，探测距离可达20cm以上。

电容器最好均使用涤纶电容器，这种电容器比较稳定，二极管可以用1N4148，电位器用小型微调电位器。

三、调试与安装

金属探测器的PCB图如图2所示，电路板尺寸为37mm × 29mm（若用

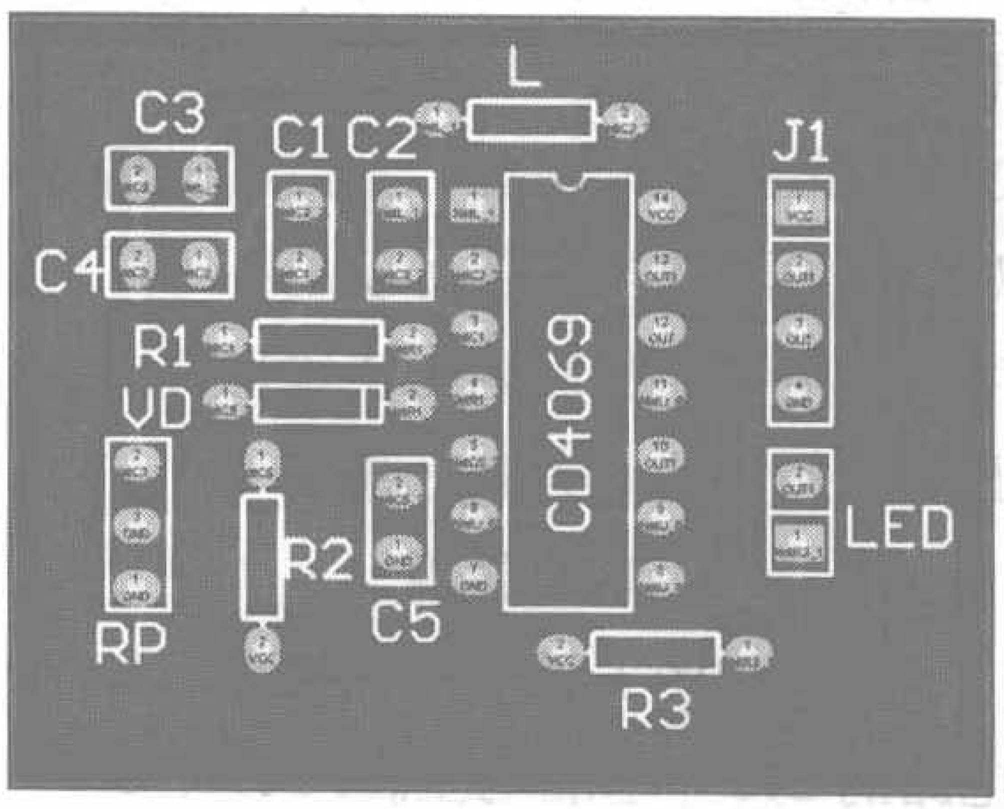


图2 金属感应器PCB图

贴片元件设计尺寸将更小），所有元器件都可焊接在电路板上，注意留出安装电感器的边板，整个电路板安装在一个盒里，要能方便电感器探测金属。若示波器在输出端能测到方波，则不需进行其他调试。注意不要用金属盒做安装盒，以免影响正常工作。笔者将此金属感应器用于智能小车检测金属块和非接触开关中取得了良好的效果。

R10、R18、R11都可以用可调的电阻，以实现你的不同需求。但在制作时要调到合适的位置，以免给制作后期带来不必要的麻烦。选用的VT1、VT2原则上$R_{DS(ON)}$越小越好，但不要强求，可根据你的放电电流需求降低标准。当Load端的电流流过VT1、VT2时，这两个元件容易产生很高的热量。例如当Load端的电压为12V，如果流过R9的电流为2A（$R8 \approx 8.5k\Omega$时），则VT1、VT2将分别将产生约11.7W的功耗。如果Load端的电压为24V，则将分别产生约24W的功耗，所以强烈要求在制作时给VT1、VT2加上足够大的散热片。另外如果你没有足够功耗的MOSFET，可以通过调整R11的值来限制流过VT1、VT2的最大电流，以保护它们安全可靠的工作。可以在Load端接一只电流表以方便监测电流。图2是笔者制作的电路板，可供参考。另外如果需要这个电路的Protel线路图与Layout图，或者PSpice仿真模型的朋友可以到本刊网站下载。

改进型无线耕牛防盗器的制作

文/刘航宇 蔡传成 徐燕林 刘 智

自从本刊2005年第8期刊出《安全可靠的耕牛无线电防盗装置》一文后，全国不少地方都在仿照文章中介绍的方法制造推广和销售该类防盗器。实践证明，这种项圈型防盗器防止耕牛和大牲畜被盗，是一种非常可行可靠的好办法。但从笔者长期使用这类防盗器和了解到的许多使用情况来看，耕牛自身容易损坏防盗器是使用中存在的突出问题。从产品样本和信息资料分析，可发现其损坏的普遍原因是防盗器装有发射机的盒子体积较大，安放突出，容易碰坏，加上方形盒体的机械强度远不如圆柱体的牢固，发射机壳和项圈交连不牢，项圈材料选择不当，机壳材料不够坚固等。

针对上述问题，笔者研制出了一种坚固耐用，小巧可靠的新型项圈型耕牛防盗器，见图1，经过长期在强壮活泼的牛身上使用，尚无损坏现象发生，从6层楼顶下抛10次作破坏性试验，仍完好无损。现将其制作方法介绍给读者和生产使用者参考。

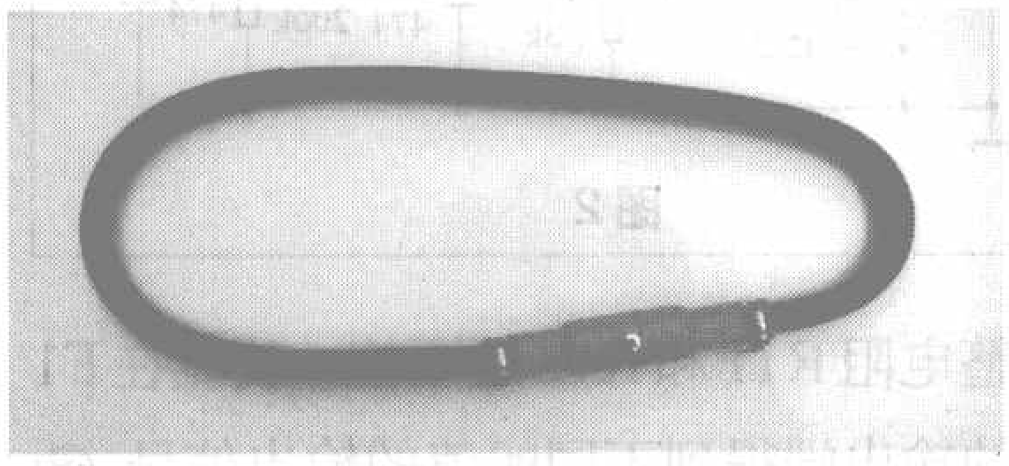


图1

一、发射电路

发射机主体是发射机模块和编码器，见图2，还需要发射机外壳和发射

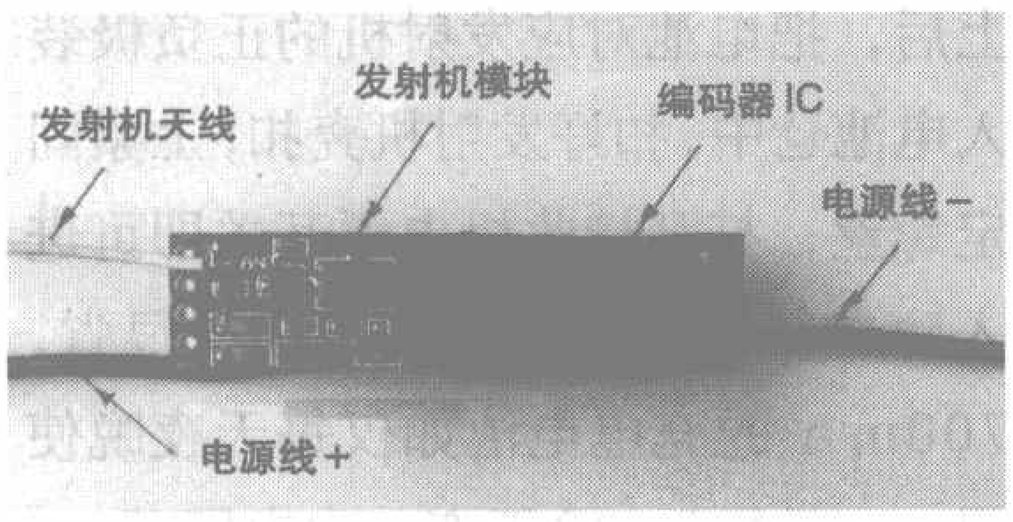


图2

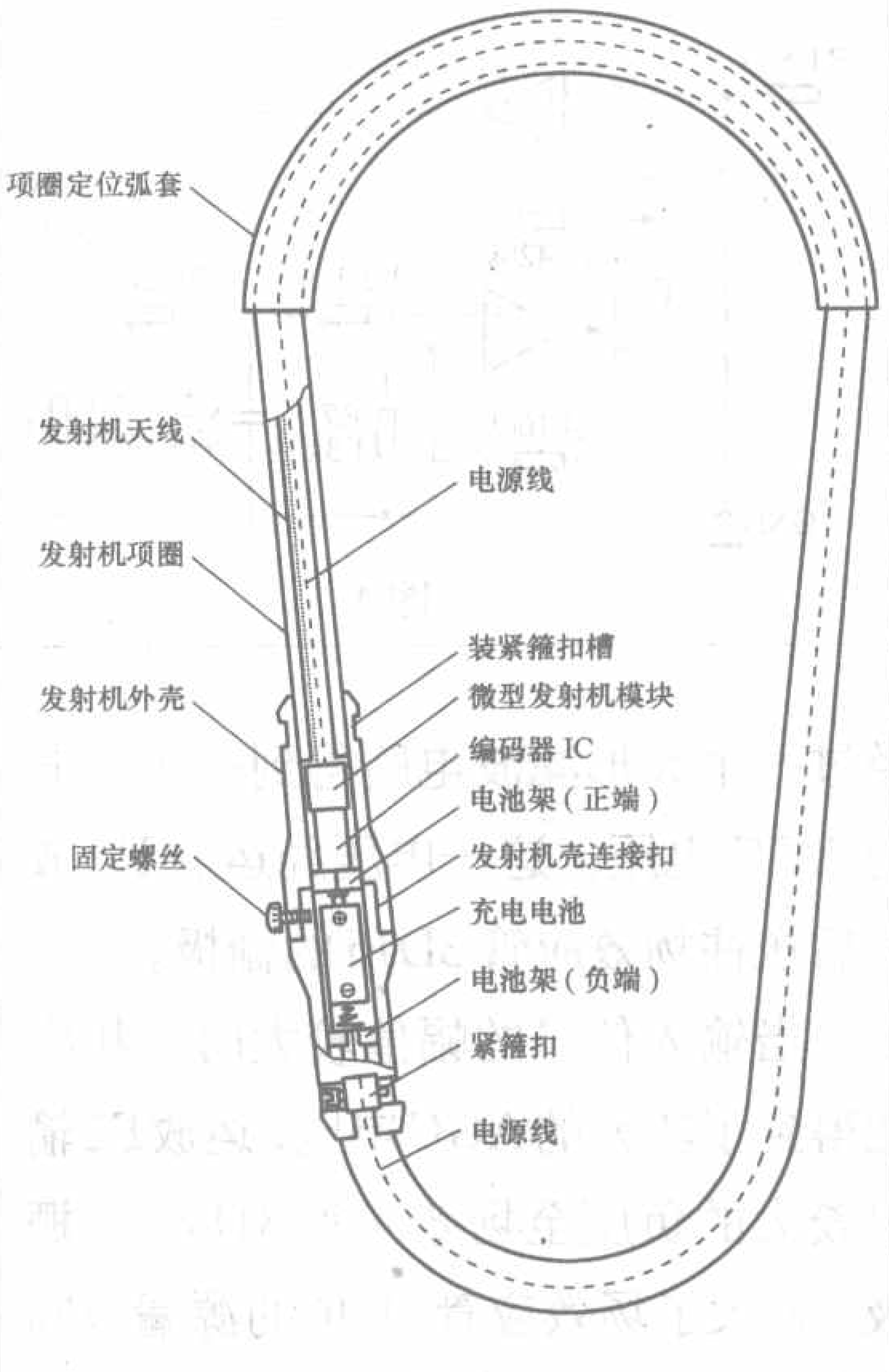


图3

机项圈与其配套构成，见图3。发射机模块必须选用微型的，笔者选用的是深圳产的SZSAW－XFS2微型模块，其大小尺寸仅为16mm × 11mm，编码器采用一般常用的，对其他外围元件亦无特殊要求，发射机电路原理见图4。发射机天线可用一段适当长度的胶皮导线与发射机焊接好，待发射机装入机壳时，将天线插入与机壳相连的项圈胶管中即可。发射机的线路焊接好后，通过调整发射机电路中的R2使其和接收机的相互作用距离达到要求的防盗报警距离（一般设定20m左右）。发射机用的充电电池应选用直径不超过ϕ 14mm、长度不超过50mm的镍氢或锂电池。

发射机外壳必须用金属材料加工，可选用合适的钢材和合金铝材，加工的形状和尺寸

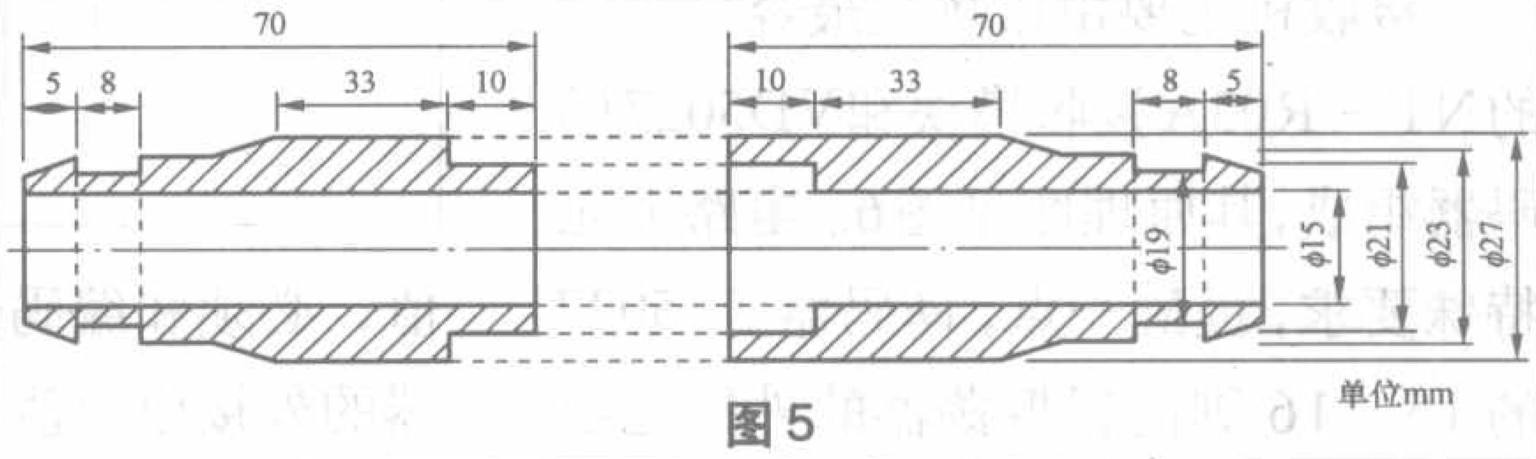


图5

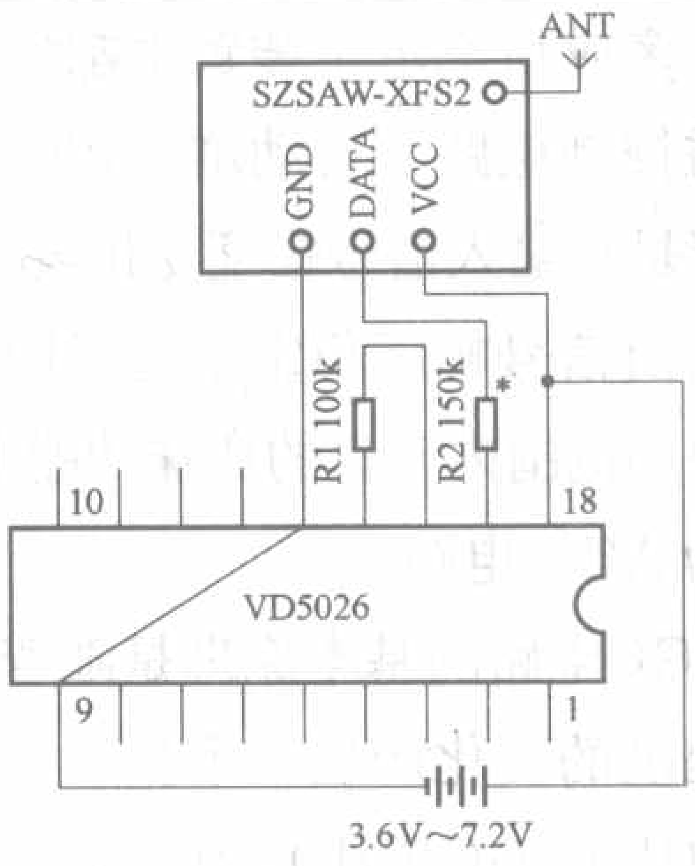


图4

参见图5。要注意机壳两端装紧箍扣处的加工，必须保证项圈两端能和发射机壳牢靠地固定。在加工好的发射机壳连接扣处的一侧或两对侧攻丝，以便使用时连接扣对好合在一起后，用螺丝将其固定牢靠。

发射机的项圈材料可选用外径ϕ 15mm高压气泵用的胶管，这种胶管3元钱1m，非常结实耐用。若把电源连线穿入自行车的闸线钢丝套中，用钢丝套将电源线加以保护，再把电源线穿入项圈胶管中，则会更加可靠。最后把负端电池架焊在项圈一端的电源线上，项圈另一端电源线和发射机供电的负极焊好，再把发射机供电的正电极与正端电池架连焊好后，参照图3，将其从发射机壳的管端分别插入机壳中，电池架、项圈两端均用胶和发射机外壳粘牢，把紧箍扣套在发射机外壳两端的紧箍扣槽中，拧紧固定螺丝即可。若把发射机的电路元件用环氧树酯封固在机壳的圆管中则更加牢固可靠。为了防止项圈在牛脖

一种性能优良结构简单的AGC电路

文/王剑锐 常世昌

许多应用类电子装置中都需要自动增益控制电路。自动增益控制电路的功能是在输入信号幅度变化较大时，能使输出信号幅度稳定不变或限制在一个很小范围内变化的特殊功能电路，简称为AGC电路。

AGC电路的基本原理是随着输入信号幅度的变化产生一个相应变化的直流电压（AGC电压），利用这一电压去控制一种可变增益放大器的放大倍数（或者控制一种可变衰减电路的衰减量）：当输入信号幅度较大时AGC电压控制可变增益放大器的放大倍数减小（或者增大可变衰减电路衰减量），当输入信号幅度较小时AGC电压控制可变增益放大器的放大倍数增加（或者减小可变衰减电路衰减量）。显然，这种自动增益控制可以达到输出信号幅度基本稳定的目的。

增益可调的运算放大器(如AD603)常被用在AGC电路中，但是这一类器件不仅价格高，而且市面上难以买到。经过多次试验，笔者使用普通元件设计出了一种成本低廉、性能优良、结构简单的AGC电路。原理见图1。

图1中，输入信号经电阻R1、R2分压后送往运放F1的同相输入端，二极管VD对运放F1的输出信号整流后，

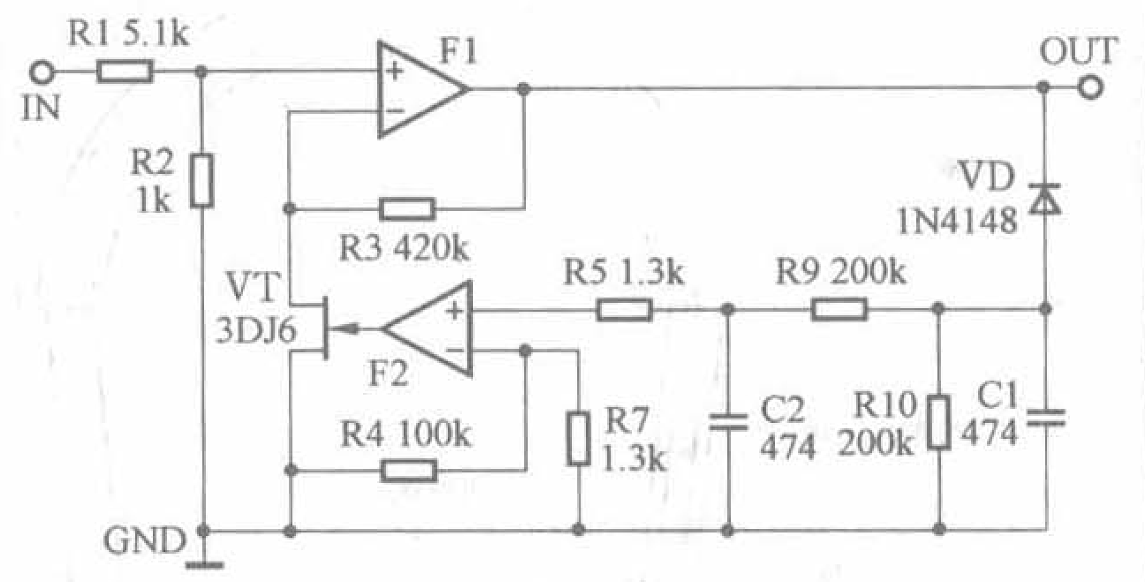


图1

经过一个π形滤波电路得到一个负向的AGC电压，这一电压经运放F2放大后送往场效应管3DJ6的栅极。

当输入信号的幅值较大时，相应地得到了较大的AGC电压，运放F2输出较大的负压至场效应管3DJ6的栅极，增大了场效应管3DJ6的源漏极间的电阻，从而减小了运放F1的放大倍数；输入信号的幅度进一步加大时，场效应管3DJ6的源漏极间的电阻也会进一步加大，使运放F1的放大倍数进一步减小……直至场效应管3DJ6的源漏极被完全夹断，这时运放F1失去放大能力成了电压跟随器。

反之，当输入信号的幅值较小时，AGC电压也很小，运放F2输出也小，场效应管3DJ6的源漏极间的电阻很低，使运放F1得到较大的放大倍数，从而在F1的输出端可以得到幅值较大的信号。

笔者在试验时，F1、F2采用了双运放电路LF412，使用−6V和+6V双电源工作，并采用了图1所示的元件参数搭建了电路。试验发现，当输入信号由200mV逐渐增加到2.2V时，运放F1的输出信号都能基本稳定在400mV。

试验电路的工作非常可靠，频率覆盖了整个音频频率。本电路的另一个特点是：由于在本电路的主信号回路中没有使用电容，电路的输出信号就没有产生相位的移动，这一特点对于某些基于相位的电子测量和电子控制装置来说，显得尤其重要。

如果需要在电路输出端得到较高幅值的信号，可以在运放F1的输出端增加2只电阻R11和R12，见图2。调

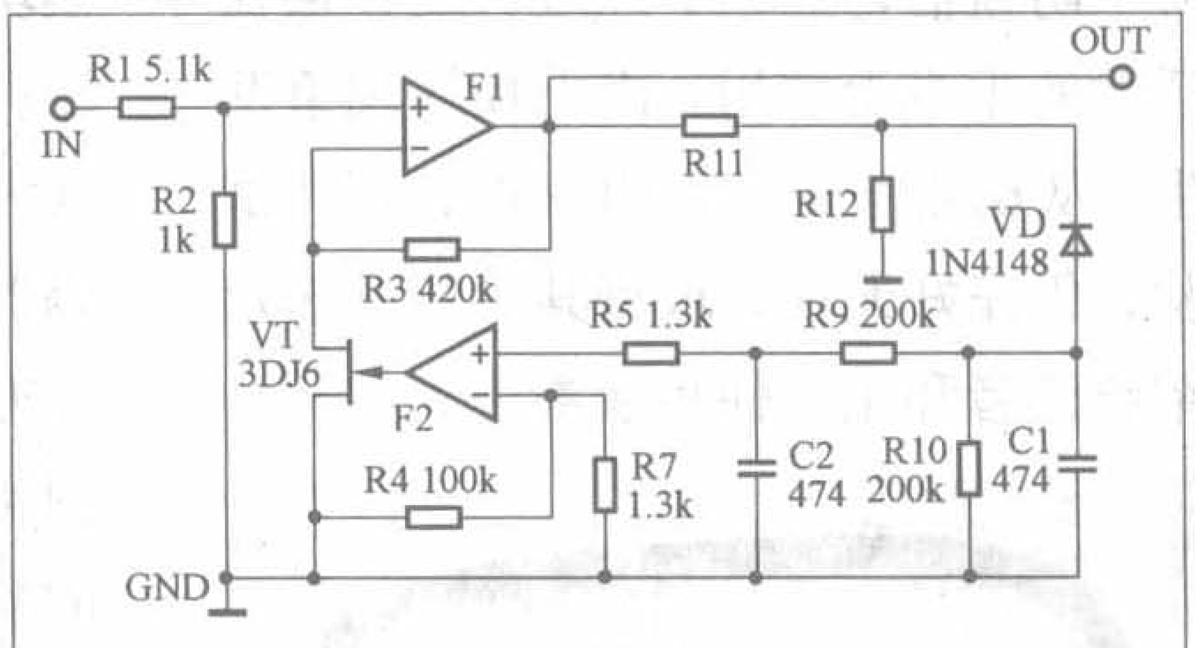


图2

整电阻R11和R12的阻值，就能在F1的输出端得到不同幅值的输出信号。

子上滑动，可在项圈上部用铁管套上一个定位弧套，定位弧套应用胶和项圈粘在一起。

二、接收机

接收机主要由市场上最容易买到的NT－R03A接收模块和VD5027译码器组成，其原理图见图6。电路上无特殊要求，提醒一点，译码器VD5027的15、16脚内置振荡器的外接电阻

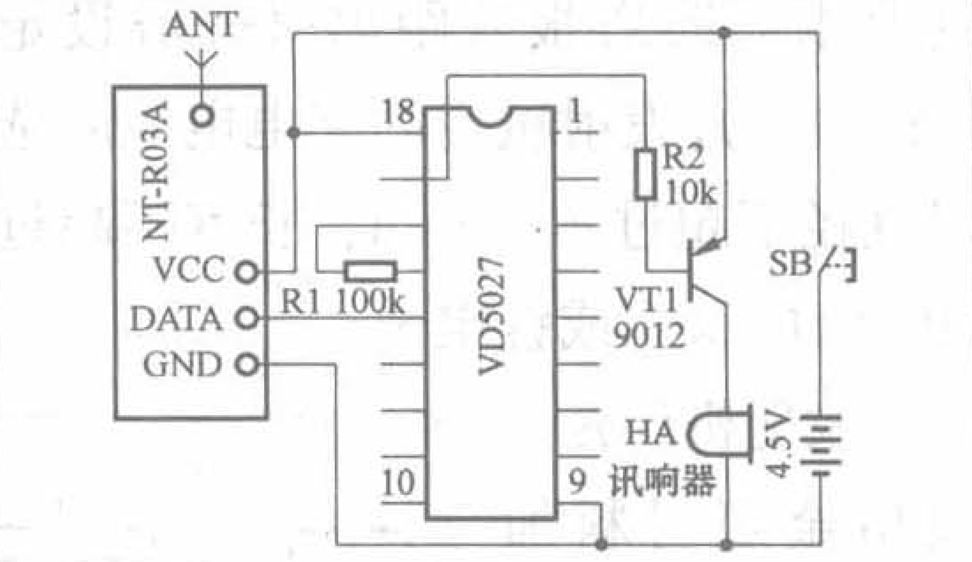


图6

值，必须和编码器VD5026内置振荡器的外接电阻值一致，其误差不应超过10%，否则不好译码。

三、使用方法

使用时把发射机项圈套在牛脖子上后，把电池对应发射机的正负极装入电池仓中，扣好发射机壳扣，上紧固定螺丝，打开接收机电源开关即可进入防盗待机状态。发射机耗电很省，700mA的充电电池如仅每天夜晚使用，一般每7～10天充一次电即可。

编者按： 自我刊在今年第7期杂志上刊登SP180单片机编程器开发套件赠送信息以来，杂志社收到了大量的套件申请来信和电话，不少读者还在套件申请的来信来电中对我刊的相关工作提出了宝贵的意见和建议，在此非常感谢大家对我刊工作的支持。只是套件数量有限，不能满足所有读者的申请需要，为此，我刊与深圳学林电子有限公司(www.51c51.com)推出另一款51单片机编程器的套件赠送活动，向读者赠送50套EP51单片机编程器套件。读者仍可发邮件至zhangyan@radio.com.cn，提出套件申请，来信主题请注明“EP51编程器套件申请”，截止时间为2007年12月15日。

跟我来做EP51编程器

文/石学军

本期向读者推出的Ep51编程器经过笔者测试使用，证明该电路简单可靠，容易制作，笔者还特别组织了这篇制作指南。希望能够对大家有些帮助!

一、支持的芯片型号

该编程器支持目前最为经典、市场占有量最大的ATMEL公司生产的AT89C51、C52、C55和S51、S52，以及AT89C1051、2051、4051等芯片。

二、编程器特点

该编程器具有以下特点：

1.使用串口通信，芯片自动判别，编程过程中的擦除、烧写、校验等各种操作完全由编程器上的监控芯片89C51控制，不受PC配置及其主频的影响。

2.采用高速波特率进行数据传送。经测试，烧写1片4KB ROM的AT89C51仅需要9.5秒，而读取和校验仅需要3.5秒。

3.体积小巧，省去笨重的外接电源适配器，直接使用USB端口5V电源，携带方便，非常适合初学者学习51单片机的要求。

4.软件界面友好，菜单、工具栏、快捷键齐全，全中文操作，提供加密功能，可以保护您的创作产权。

5.功能完善，具有编程、读取、校验、空检查、擦除、加密等系列功能。

6.40pin和20pin锁紧插座，所有器件全部以第一脚对齐，无附加跳线，对于DIP封装芯片无需任何适配器。

三、编程器套件安装步骤

该编程器的原理图如图1所示。PCB如图2所示。该编程器套件的安装步骤为：

第一步：安装所有的电阻、电容、二极管，完成后焊接起来。参看图3(电阻安装前如果不熟悉请用万用表量一下阻值，以免搞错)。其中有6个相同的电阻都是4.7k(其中一排相同的5个，还有1个在左下角)，有3个560Ω的电阻(3个都在4.7k电阻的旁边)，1

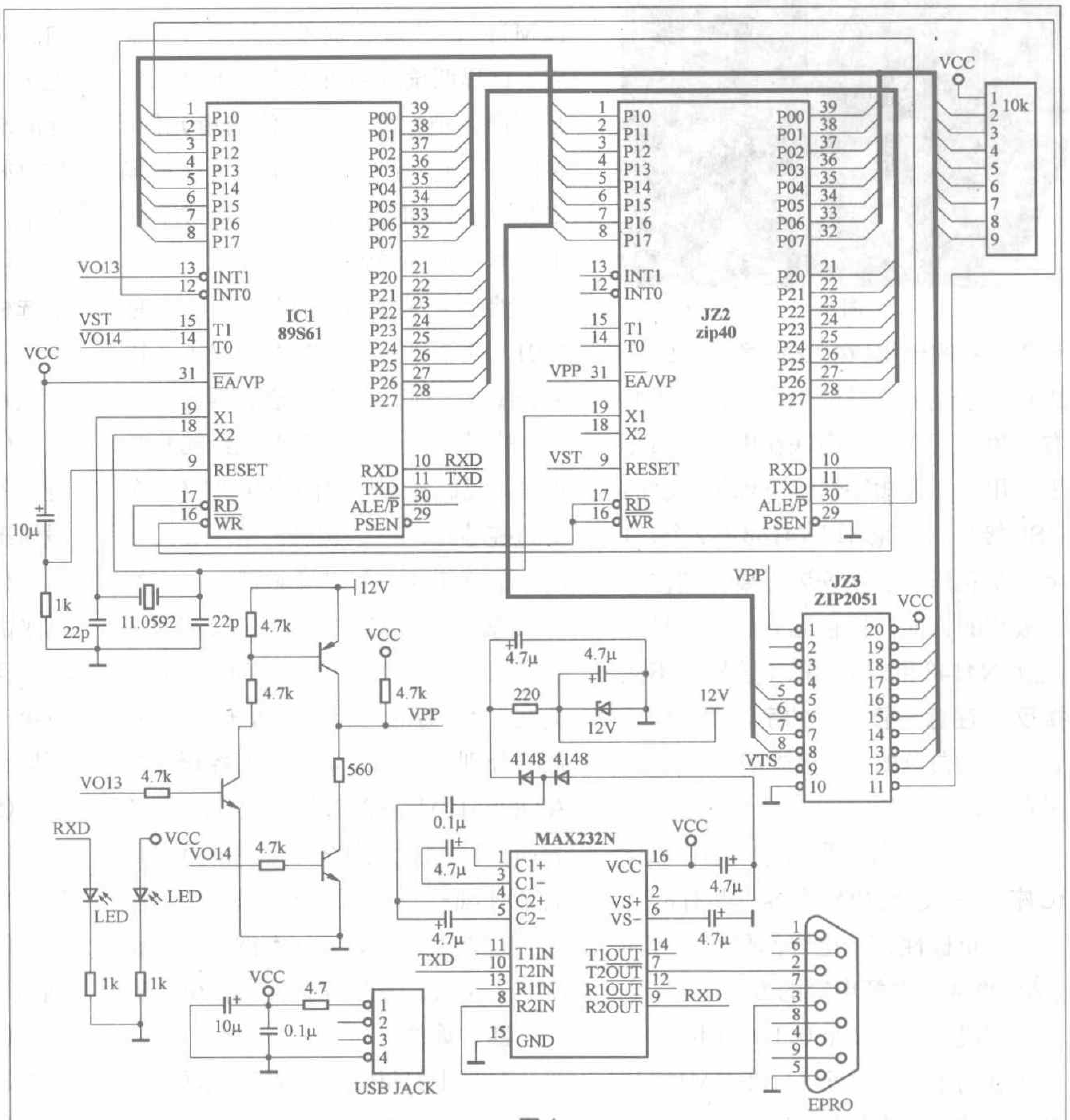


图1

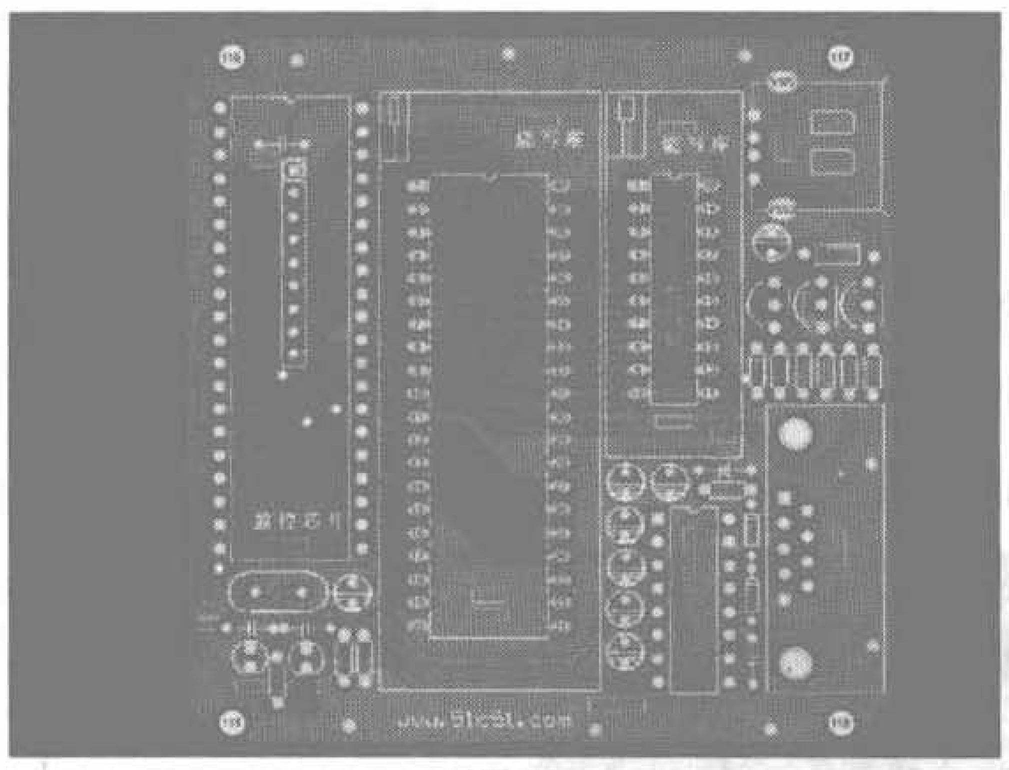


图2

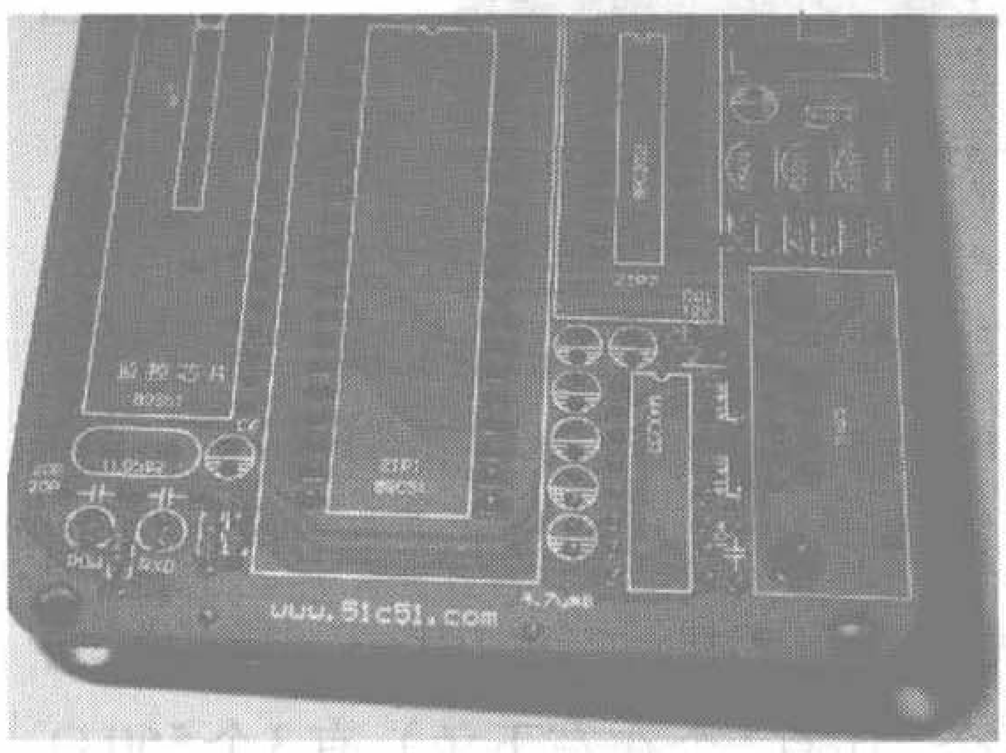


图3

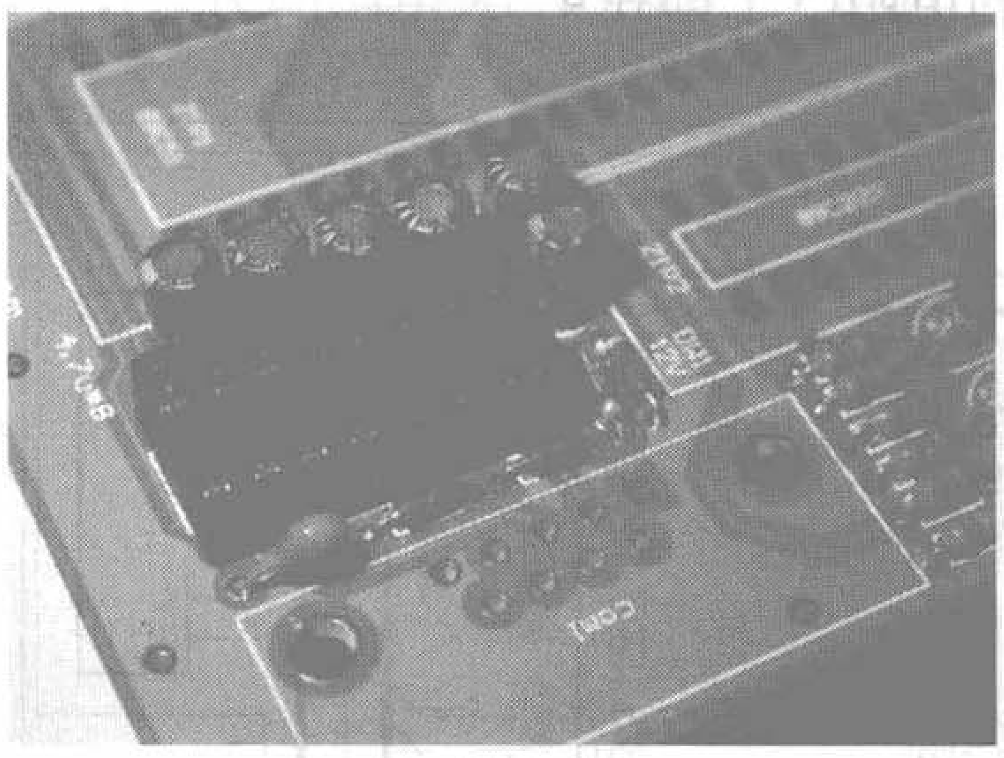


图4

个2.2k 的电阻(在12V 稳压管的旁边)，1个为4.7Ω的电阻（在板子的右上角，这个电阻串联在电源的回路里，用于意外短路情况下保护电脑的USB接口)，二极管IN4148共2个，1个12V稳压管。在安装时要特别注意二极管的方向，黑色端有标示。另外注意IN4148和12V的稳压管极性不能接反，注意看管子上的字。12V 稳压管一头是白色的，二极管4148一头是黑色的。

第二步：焊接所有的电容、晶体IC座、三极管。电解电容一共有8个，注意正负极性。7个电容都是一个方向(请看图4中电解电容的方向)。

完成后安装2个0.1μ的电容，2个22p的电容，一个11.0592MHz的晶体。这些没有极性。

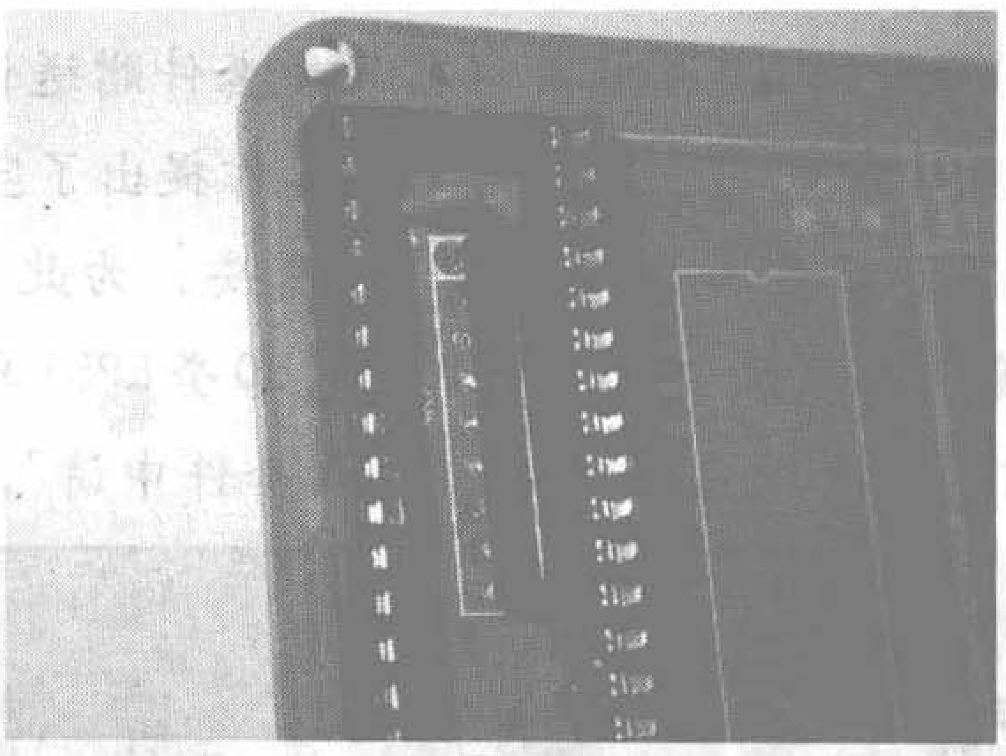


图5

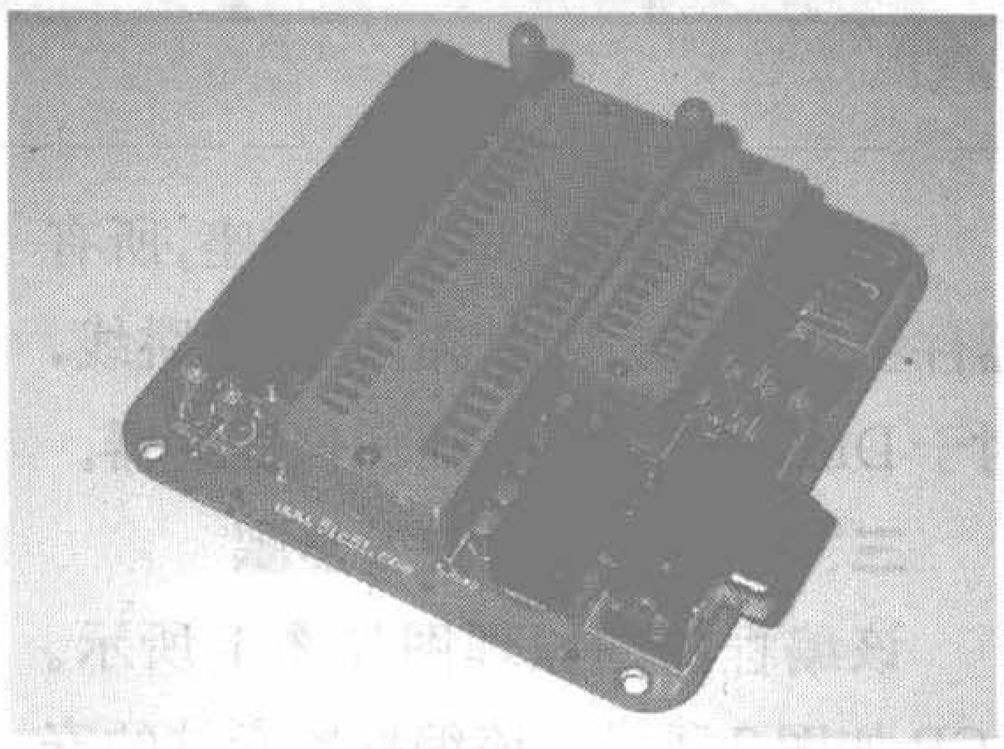


图6

经常有朋友询问，晶体能否用12MHz的代替，觉得就差那么一点点，这里明确地告诉大家：不可以！必须严格地按照这个数值选用元件。在图5中有一个10k的排阻，请注意其安装方向！如果插反了，会造成上拉电平不一致，导致数据错误！

然后安装3个三极管：一个是5401，两个是5551，注意电极不要接错，管子上有字， 看清楚后再焊接！

安装到这里，编程器已经初具雏形了，我们分别焊上两个IC座（一个上监控芯片，一个16脚的MAX232)，两个锁紧座（一个烧写40脚，一个烧写20脚）以及232头、USB头和两个发光管。 注意发光管的方向：长的一端在上面，短的一端靠近板子的边缘。然后分别插上已经烧写好监控程序的AT89S51，MAX232芯片(注意安装的方向！)。至此硬件安装就完成了。最后请仔细检查一下有没有短路之处，焊接是否牢靠。如果你有洗板水，清洗一下更好。安装完成后如图6所示。

四、调试

1.插上USB电缆，此时电源指示灯会亮，表示电源正常， 否则请检查发光管是否装反了。

2.用万用表分别测量11.0592MHz晶体两端电压，应当在2.5V左右，如果是0V或者5V，说明晶体没有起振。

3.测量稳压二极管的两端电压，应当是12V，如果没有，表明高压部分有问题。

4.如果最后仍有问题，请尝试用其他的编程器把监控程序重新写一下，并且仔细地检查一下板子。

5.然后联机调试。安装好软件后，双击桌面的A51编程器图标，程序启动后，会自动检测硬件及连接，状态框中显示“就绪”字样，表示编程器连接和设置均正常，否则请检查硬件连接和COM端口设置。把单片机芯片正确地放到编程器的相应插座上，注意，芯片的缺口要朝向插座的把手方向。对于89C2051/1051/4051芯片，把芯片放在小的20PIN小卡座上， 同样的缺口要朝向插座的把手方向。芯片放好后，就可以对芯片进行读写操作了，读写操作可按下列步骤进行：

(1) 程序运行，请先选择器件(点下选框)，选择烧写的芯片类型。检测芯片，此时屏幕提示应当有正确的芯片识别代码，否则请检查芯片。

(2) 用“打开文件”选择打开要烧写的.HEX 或者 .BIN 文件（一般情况下HEX文件类型居多)。

(3) 用“保存文件”可以保存读出来的文件。

(4) 用“擦除器件”擦除芯片（注意第二次烧写芯片时必须先擦除芯片，否则会烧写出错)。

(5) 用“写器件”编程。

(6) 用“读器件”读取芯片中的程序，加密的读不出来。

(7) 用“校验数据”检查编程的正确与否。

(8) 用“自动完成”自动执行以上各步骤。

(9)用“加密”选择加密的级数。

新品速递

新型AD/DA转换器集成电路

文/吴红奎

写在前面

本文介绍4种新型数据转换器集成电路：ADC083000、AD7980、MAX1302、LTC2641。

数据转换器包括ADC和DAC两大类，ADC是“Analog to Digital Converters”的缩写，中文名称是模数转换器，DAC是“Digital to Analog Converters”的缩写，中文名称是数模转换器，此处的“数”是指“数字信号”，“模”是指“模拟信号”。我们已经开始进入数字化时代，数字化技术使参量的存储、处理、还原、转化、借用变得非常容易且不易产生额外的失真，不过通常我们所能感知的参量都是模拟的，如声音、图像、光线、温度、疼痛、压力、气味等，数据转换器在模拟与数字之间的转换起着重要的桥梁作用。

实际的应用系统中，为了将模拟量转化为数字量，传感器是必须的，如数码相机中的CCD器件，温度传感器、压力传感器等；为了将数字量转化为模拟量，最终模拟执行机构也是必须的，大多根据实际用途来命名，如荧光屏是显示图像的，扬声器是发出声音的，继电器用作开关，这些器件作为一个系统的执行机构，将数字信息变为我们可以实际感知的信息——模拟参量。

ADC083000：8位、3GSPS的高性能低功耗ADC

美国国家半导体公司推出了低功耗、8位超高速ADC系列，ADC083000是其中的一款。ADC083000采用LVDS（低电压差分信号传输）技术进行数据传输，一片ADC083000能够提供高达3GSPS的采样速率将输入信号数字化，两片ADC083000能以交错工作方式提供6GSPS的数据捕捉速度，同时ADC083000也无需片外时钟调节电路，其他的特色还包括3GHz的全功率输入带宽、卓越的动态性能及每片1.8W的低功耗。

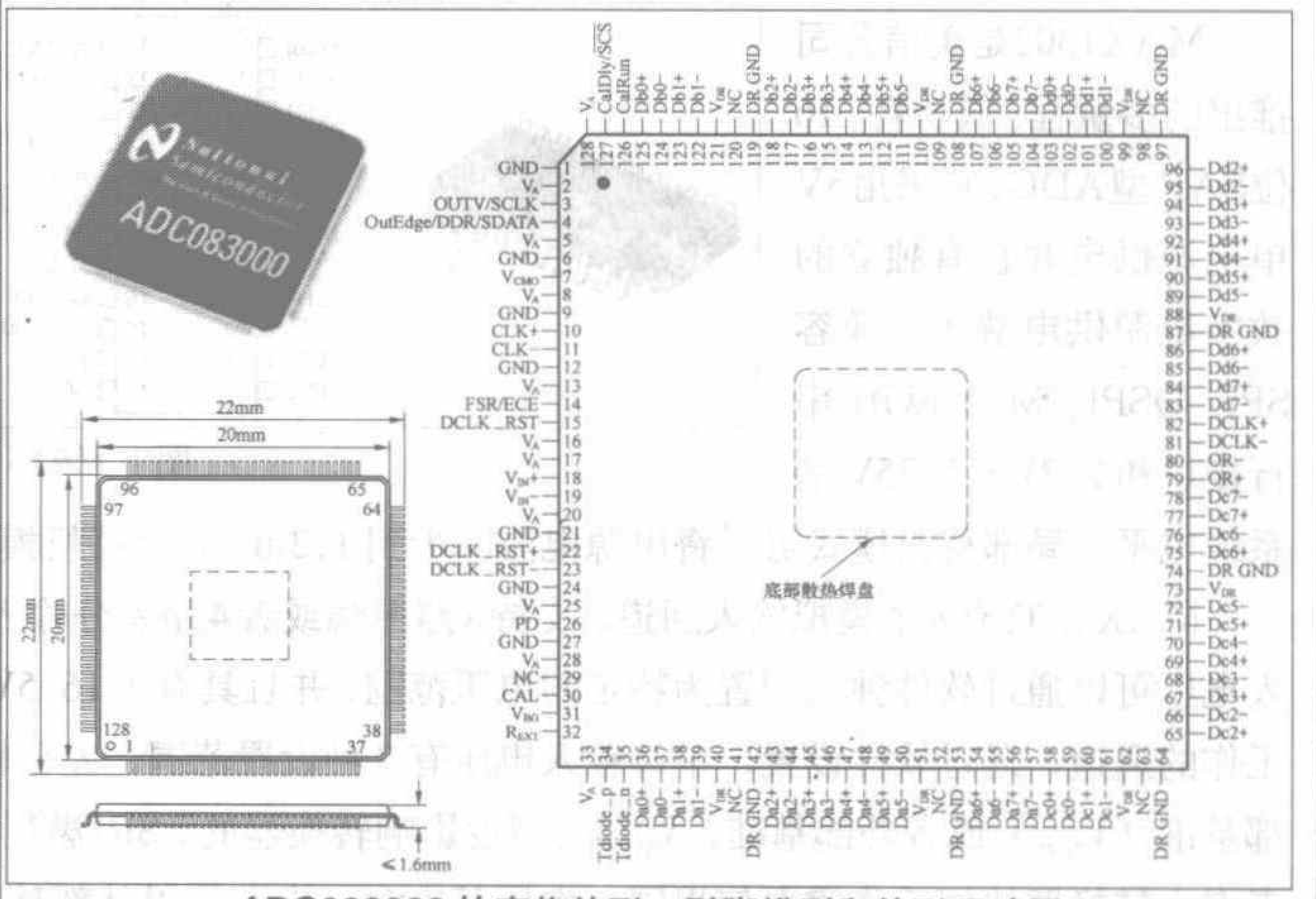
ADC083000采用NSC专为模拟技术而优化的0.18μm的CMOS工艺技术制造，独特的内插式folding（折叠）数据结构，集成了采样保持、自校准电路。ADC083000具备1：4和1：2的多路分配输出模式，可以根据实际应用条件灵活分配总线资源，所有内置功能都可以通过一条三线串行总线进行控制。

ADC083000适用于通信系统以及测试和测量设备，如RF直接变换器、卫星机顶盒、数字示波器等，ADC082500是它的低速版本，最高采样速率为2.5GSPS。另有一款采样速率与ADC083000相同的ADC08B3000，集成了4KB的可设定存储器缓冲器，适用于电波探测及光波检测设备等应用，如雷达、激光雷达等。

ADC083000采用底部带有散热焊盘的128引脚的LQFP封装，它的实物图形、引脚排列和外形尺寸参见附图，主要技术参数见附表，它的电子数据文档可以从www.national.com/ds.cgi/DC/ADC083000.pdf下载。

附表 ADC083000的主要技术参数

技术参数		典型值
分辨率		8bits
最大采样速率		3GSps
误码率		10^{-18}
有效数据位，748 MHz 输入		8bits
信噪比，748 MHz 输入		44.5dB
无寄生动态范围		54dB
全功率带宽		3GHz
功率消耗	工作状态	1.9W
	待机状态	25mW
积分非线性误差		±0.9LSB
差分输入积分非线性误差		±0.6LSB
V_{IN}（差分输入电平范围）	FSR端子低电平	550～650mVp-p
	FSR端子高电平	770～870mVp-p
R_{IN}（差分输入阻抗）		100Ω
V_{OD}（差分输出电平范围）	OutV = V_A	470～920mVp-p
	OutV = GND	380～720mVp-p
Z_O（差分输出阻抗）		100Ω
V_A（工作电压）		1.9V
基准电压		1.225V
误差放大器直流增益		70dB
模拟部分总电流消耗		≤810mA
输出总驱动电流		≤410mA



ADC083000的实物外形、引脚排列和外形尺寸图

AD7980：PulSAR 系列、16 位、1MSPS ADC

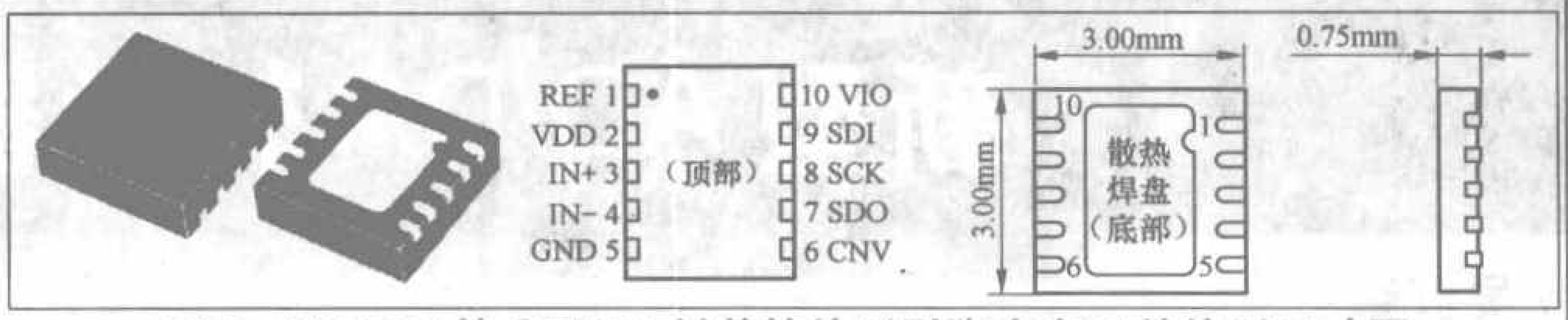


图 1 AD7980 的 QFN10 封装的外形引脚定义及其外形尺寸图

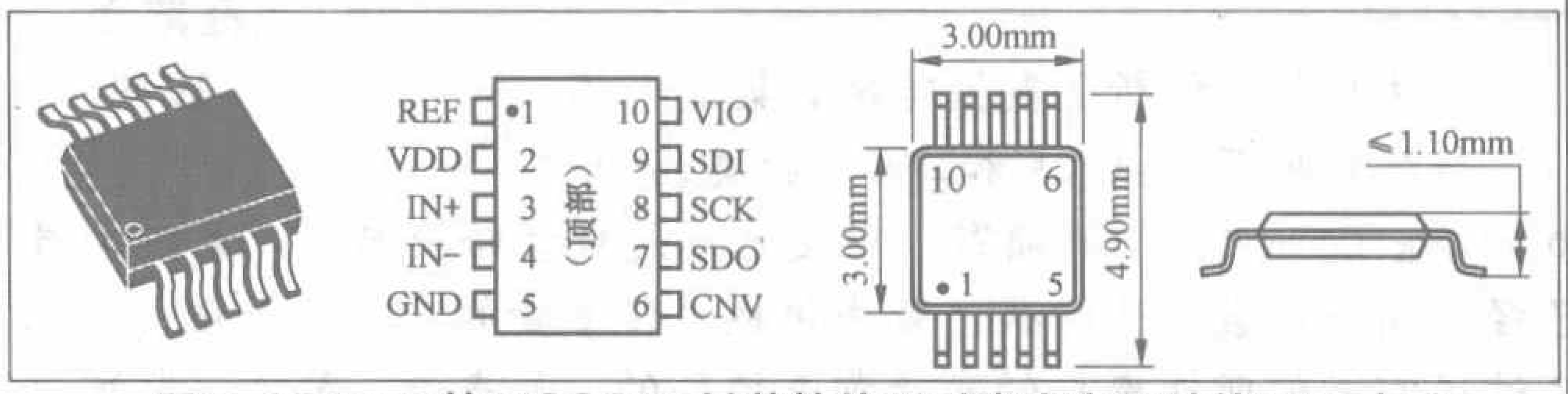


图 2 AD7980 的 MSOP10 封装的外形引脚定义及其外形尺寸图

AD7980 是采用SAR型16位ADC，单电源供电，串行控制界面，最显著的优点是低功耗和小体积，以1MSPS采样速率工作时具有7.5mW的功耗，在10kSPS时的功耗是75 μ W，这个功耗水平大约只有目前同类竞争性产品的五分之一。AD7980 支持单端和差分输入方式，兼容常见的1.8V、2.5V、3V、5V 逻辑电平。

AD7980有AD7980A、AD7980B两个级别的产品，区别是非线性积分误差（INL）参数稍有不同，A 级为 ± 2.5LSB，B 级为 ± 1.25LSB。AD7980 与同系列的 18 位的 AD7982 引脚兼容。

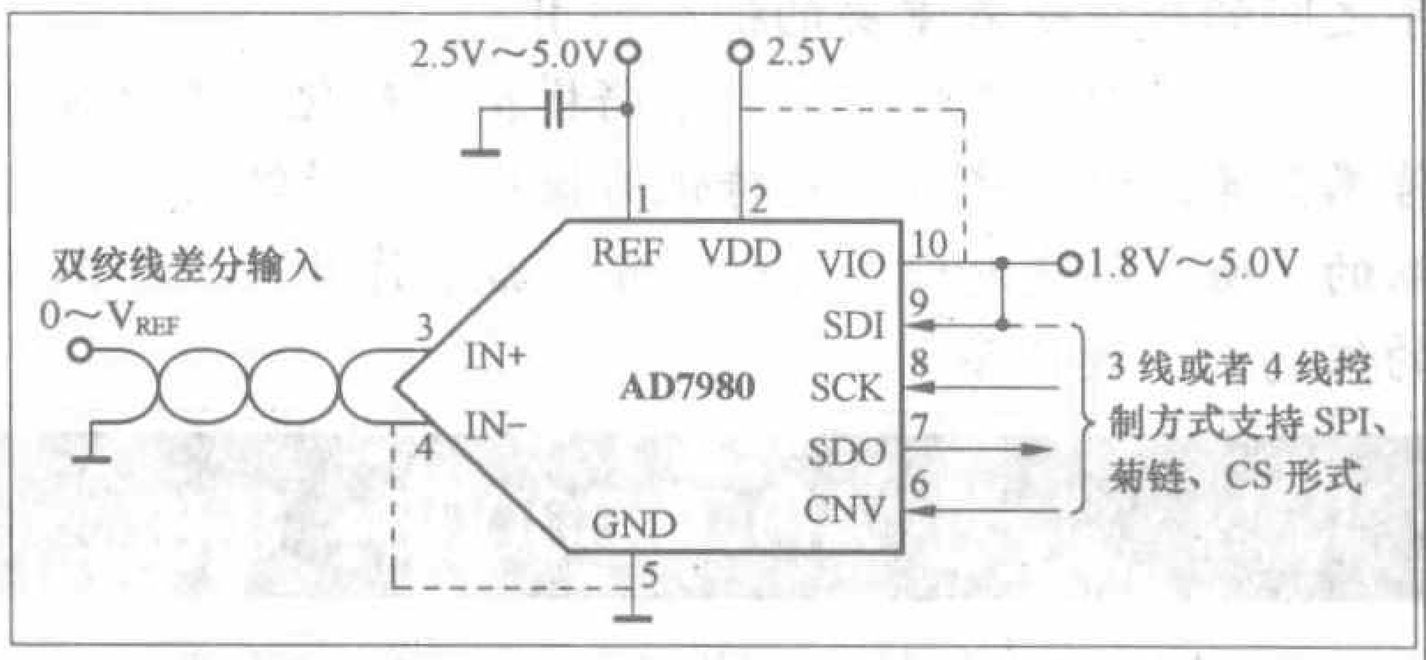


图 3 AD7980 的典型应用电路示意图

AD7980适合于便携式医疗设备与工业测试应用，如穿戴式的心电图仪（EKG）、血压监视器、氧气传感器、ATE（工业自动测试实验设备）、智能传感器等。在工业ATE系统应用中，例如对单个IC引脚的分别测试，AD7980可以放在每个测量引脚附近以提高总系统精度和吞吐率，达到提高测量速度、缩短测试时间的目的；AD7980可以和数字接口、模拟传感器一起集成到单一封装中（智能传感器），从而消除了连线引起的寄生效应以及由此引起的信号误差和延迟响应时间。

附表 AD7980 的主要技术参数

技术参数		典型值
分辨率		16bits
最大采样速率		1MSPS
积分线性误差		± 0.6LSB
信号－噪声及失真比		91.25dB
THD(f_{IN}=10kHz)		110dB
输入端共模信号抑制比，f_{IN}=100kHz		60dB
微分线性误差，R_{EF}=5V		± 0.4LSB
零温度系数漂移		0.54ppm/℃
动态范围，R_{EF}=5V		92dB
过采样 DNR，f_O=10kSPS		111dB
无寄生动态范围，f_{IN}=10kHz		−110dB
信噪比，f_{IN}=10kHz，R_{EF}=5V		91dB
−3dB 带宽		10MHz
基准电压范围		2.4V～5.1V
V_{DD} 范围		2.375V～2.625V
V_{IO} 范围		1.8V～5.5V
功率消耗	10kSPS 传输率	70 μ W
	1MSPS 传输率	7mW
待机电流		0.35nA

AD7980 有 QFN10 、MSOP10 封装两种形式，图 1 和图 2 是两种封装的外形图和引脚定义，图 3 是它的典型应用电路示意图，附表是其主要的技术参数，它的电子数据文档可以从www.analog.com/UploadedFiles/Data_Sheets/AD7980.pdf 下载。

MAX1302：8 通道、± V_{REF} 输入范围多量程、串行 16 位 ADC

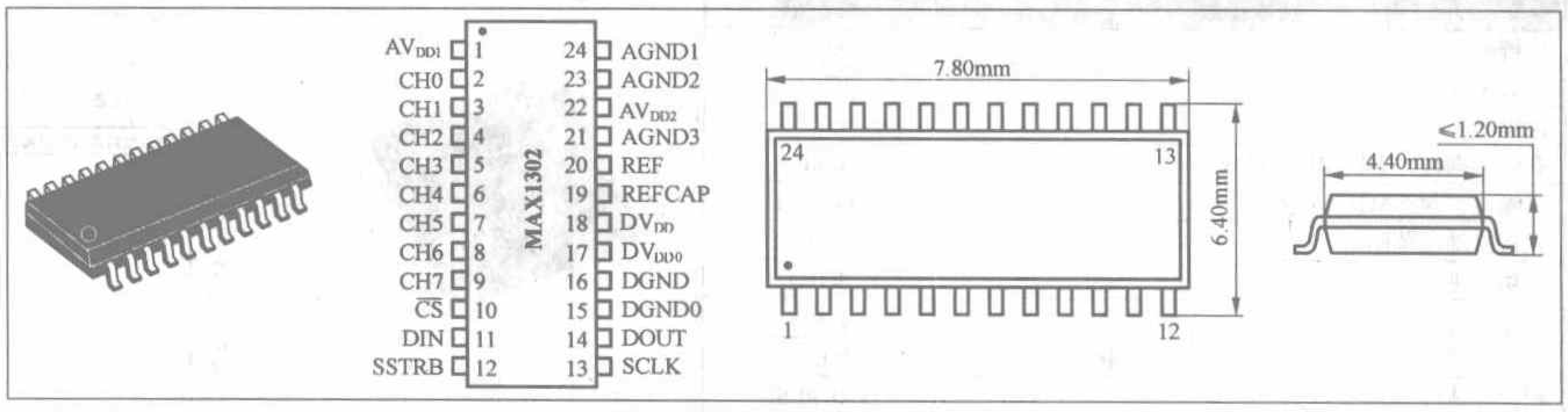


图 1 MAX1302 的外形和引脚排列

MAX1302是美信公司推出的多量程、低功耗、16位SAR型ADC，它采用5V单电源供电并且有独立的数字电源供电端子，兼容SPI、QSPI、Microwire串行接口和2.7V～5.25V的系统电平，局部待机模式可以将电源电流减少到1.3mA，全待机模式可将电源电流降低到1 μ A典型值。

MAX1302有8个模拟输入通道，支持8路单端或者4路差分输入，每个通道具备最大± V_{REF} 的电压输入范围，输入电压可以通过软件独立配置为特定的电压范围，并且具有±16.5V的过压容限，空闲通道的故障不会影响其他正常工作的通道，通过软件设置，单端输入电压有7种设置范围，差分输入电压有3种设置范围。MAX1302 允许使用内部基准（V_{REF}）或者外部基准，V_{REF} 的精度影响转换器的FSR(满量程范围)，如果系统要求的基准比片上的基准高或者多个转换器协同工作需要使用同一电压基准时，推荐使用外部基准。

MAX1302具有出色的交流性能和直流精度，如−97dB的THD，最大值为±2LSB的INL（非线性积分误差），可以精确测量温度传感器、惠斯通电桥、压力传感器、PLC、4mA～20mA环路信号，同时也可以利用± V_{REF} 模拟输入范围检测上述器件的过压状态，非常适合用于工业过程控制，仪表，以及数据采集系统。

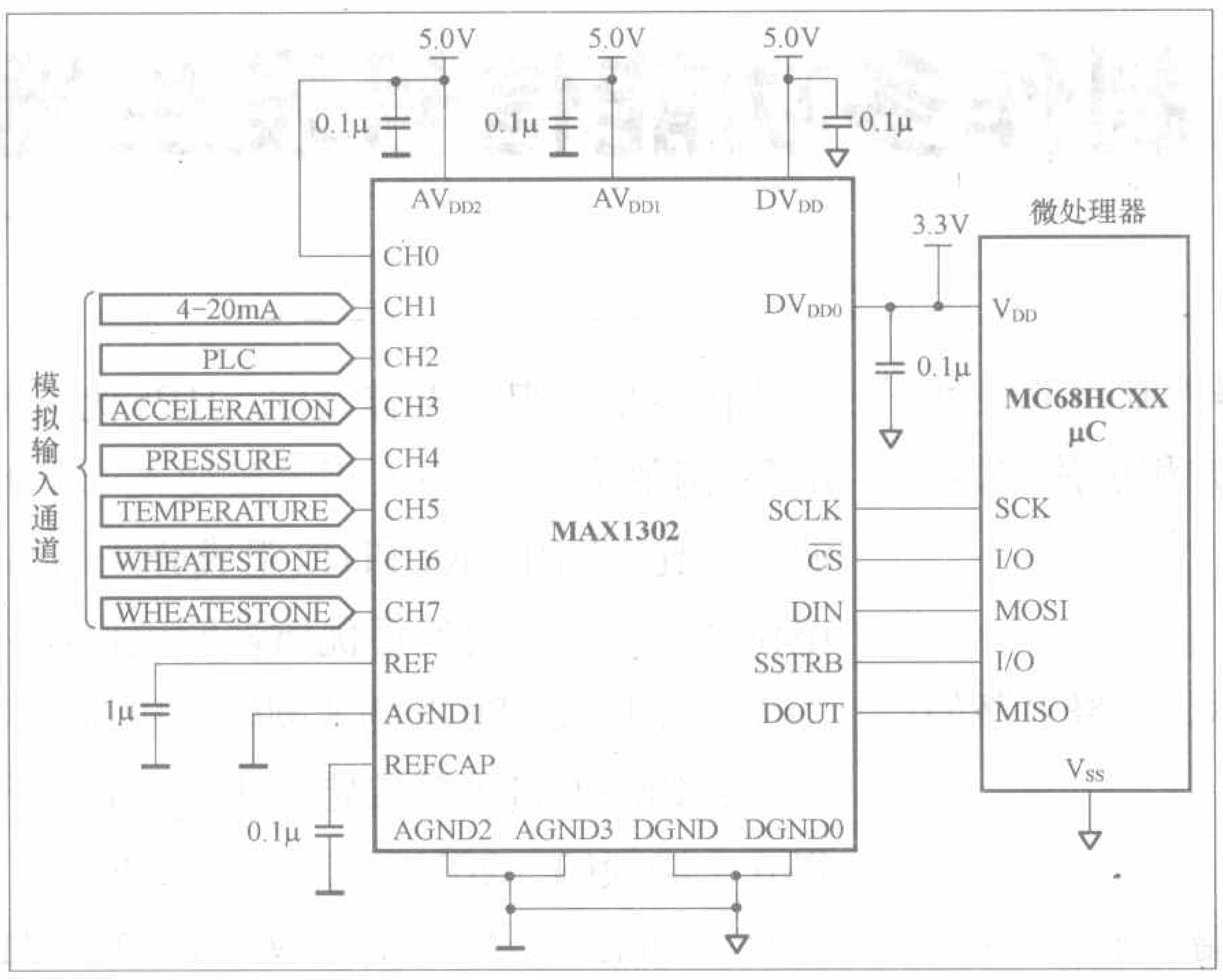


图2 MAX1302的典型应用原理图

附表 MAX1302的主要技术参数

技术参数	典型值
分辨率	16bits
积分非线性误差	±1.0LSB
微分非线性误差	−1～+2LSB
温度漂移系数，单端	10ppm/℃
信号－噪声及失真比，单端输入	88dB
信噪比，单端输入	88dB
总谐波失真	−98dB
无寄生动态范围	−99dB
孔径延迟	15ns
孔径抖动	100ps
通道隔离度	105dB
小信号带宽	1.5MHz
共模信号抑制比	75dB
输入阻抗	6kΩ
输入电流	−1500μA～+650μA
基准电压	4.096V
基准电压温度漂移系数	±30ppm/℃
模拟电路电源电压	4.75V～5.25V
数字电路电源电压	4.75V～5.25V
功率消耗	976mW
待机电流，全待机模式	2μA

MAX1302采用24引脚的TSSOP24封装，同系列的还包括4通道版本的MAX1303，采用TSSOP20封装。另外还有VREF为固定值±12V的MAX1300（8通道）和MAX1301（4通道）。

MAX1302的外形和引脚排列如图1所示，主要技术参数见附表，典型应用电路参见图2，中文版的电子数据文档可以从 www.maxim-ic.com.cn/getds.cfm?qv_pk=4746&ln=cn 下载。

LTC2641：无电压缓冲输出级的单极性低功耗系列DAC

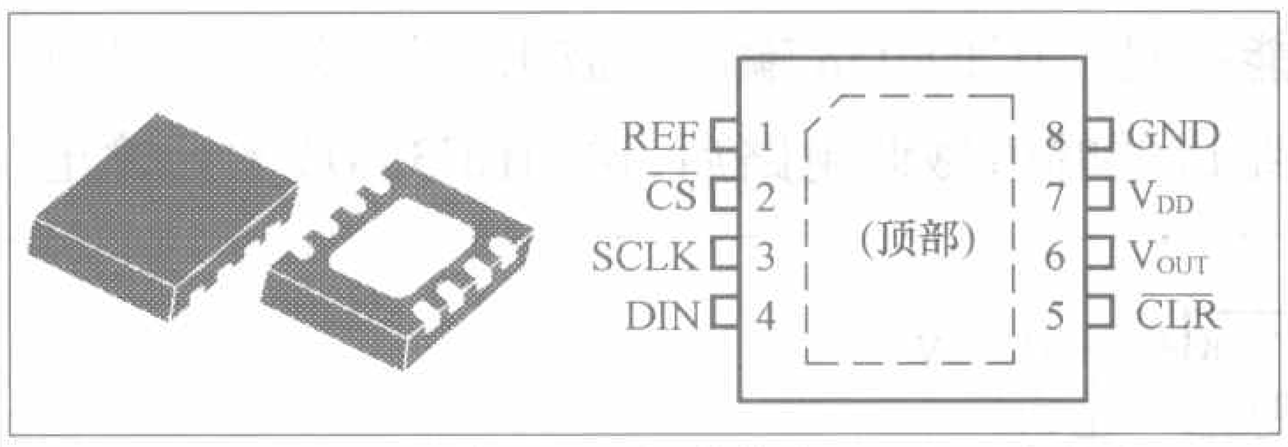


图1 LTC2641的QFN8封装的外形图和引脚定义

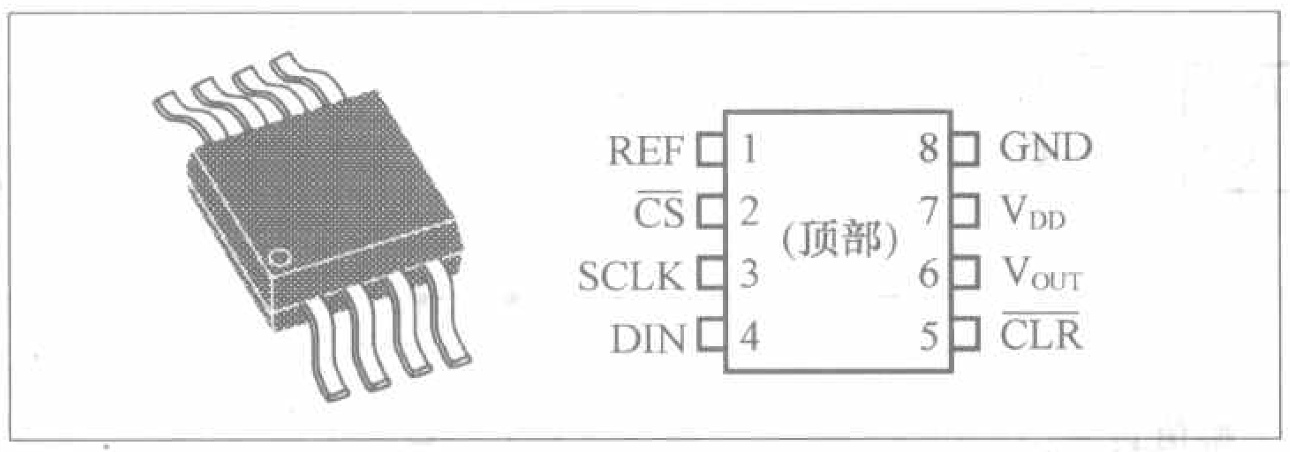


图2 LTC2641的MSOP8封装的外形图和引脚定义

无电压缓冲输出级的LTC2641系列低功耗DAC仅消耗120μA的电流，并具备±1LSB的偏移误差精度，这个系列包括引脚和软件都兼容的12、14、16位三种版本，同时提供两种形式的小体积封装，一种是8引脚的MSOP封装，一种是无引脚8端子的QFN封装。另外，还有与LTC2641软件兼容的双极性版本LTC2642系列可供选择，型号命名方法与LTC2641一样。上述两个系列的DAC都是Linear（凌特）公司的产品。

LTC2641系列DAC采用相对简单的3线兼容SPI、Microwire串行接口，最高时钟频率50MHz，干扰脉冲小于0.5nV·s，稳定时间小于1μs，这些特性对于需要输出高频率、低噪声、低谐波失真图形的AC应用非常有利；其次，这个系列中的16位版本的INL（积分非线性误差）在整个适用工作环境温度范围内不大于±2LSB，温度漂移系数0.1ppm/℃，对于精确DC定位系统、增益和偏移调节、自动测试设备以及数据采集系统的应用也非常适用。

图1、2分别是LTC2641两种封装的外形图和引脚定义。附表是LTC2641−16的主要技术参数表，14和12位版本除了分辨率不同以外，其他技术参数的差别不大，详细情况可以参阅其电子数据文档，该文档可以从 www.linear.com.cn/pc/downloadDocument.do?navId=H0,C1,C1155,C1005,C1156,P38506,D25318 下载。

附表 LTC2641-16的主要技术参数

技术参数	典型值
分辨率	16bits
微分非线性误差	±0.5LSB
积分非线性误差	±0.5LSB
零误码误差	≤2LSB
零误码温度系数	±0.05ppm/℃
增益误差温度系数	±0.1ppm/℃
DAC输出阻抗	6kΩ
输出电压变化速率	15V/μs
输出稳定时间	1μs
−3dB增益带宽	1.3MHz
信噪比，单端输入，FSR=V_{REF}	92dB
数字输入高电平，V_{CC}=3.6V～5.5V	≥2.4V
数字输入低电平，V_{CC}=4.5V～5.5V	≤0.8V
数字输入端输入电流，V_{IN}=GND～V_{CC}	≤±1μA
电源电压	2.7V～5.5V
电源消耗电流，V_{DD}	≤200μA
功率消耗，V_{DD}=5V	0.6mW

用ICL8038制作多功能信号发生器

文/陈吹信

本制作是以集成电路ICL8038为核心器件制作的一种信号发生器。该芯片可同时输出方波、三角波和正弦波，频率调节范围大，波形失真小，实用性较强。

一、电路原理图

信号发生器电路的原理框图如图1 所示，完整电路如图2所示。其主要电路有：

1.电源部分

它由变压器T、桥堆、电容C1～C4及三端稳压器L7812和L7912组成，可提供±12V 稳定电源电压。

2. 信号发生器

ICL8038可同时输出方波、三角波及正弦波，使用时只需外接少量电阻、电容元件。RP5为方波输出占空比调节电阻，阻值为4.7kΩ ，用来改变4、5脚电压，从而改变方波占空比。RP1、R1和R2组成分压网络，RP1为频率调节电位器，该电位器使用优质多圈电位器，阻值为10k，调节RP1 ，改变ICL8038的8脚输入电压，可改变输出波形的频率；C6～C11为外接定时电容，改变开关S2的位置，可获得6个频段(0～20Hz、20Hz～200Hz、200Hz～2kHz、2kHz～20kHz、20kHz～200kHz、200kHz～1MHz)的输出信号；RP3、RP4为正弦波失真度调节电位器，为了减小正弦波的失真度，ICL8038采用两套微调网络RP3 和RP4，分别微调1 脚和12 脚电位，使正弦波信号失真度最小。ICL8038的2脚输出正弦波，3脚输出三角波，9脚输出方波。

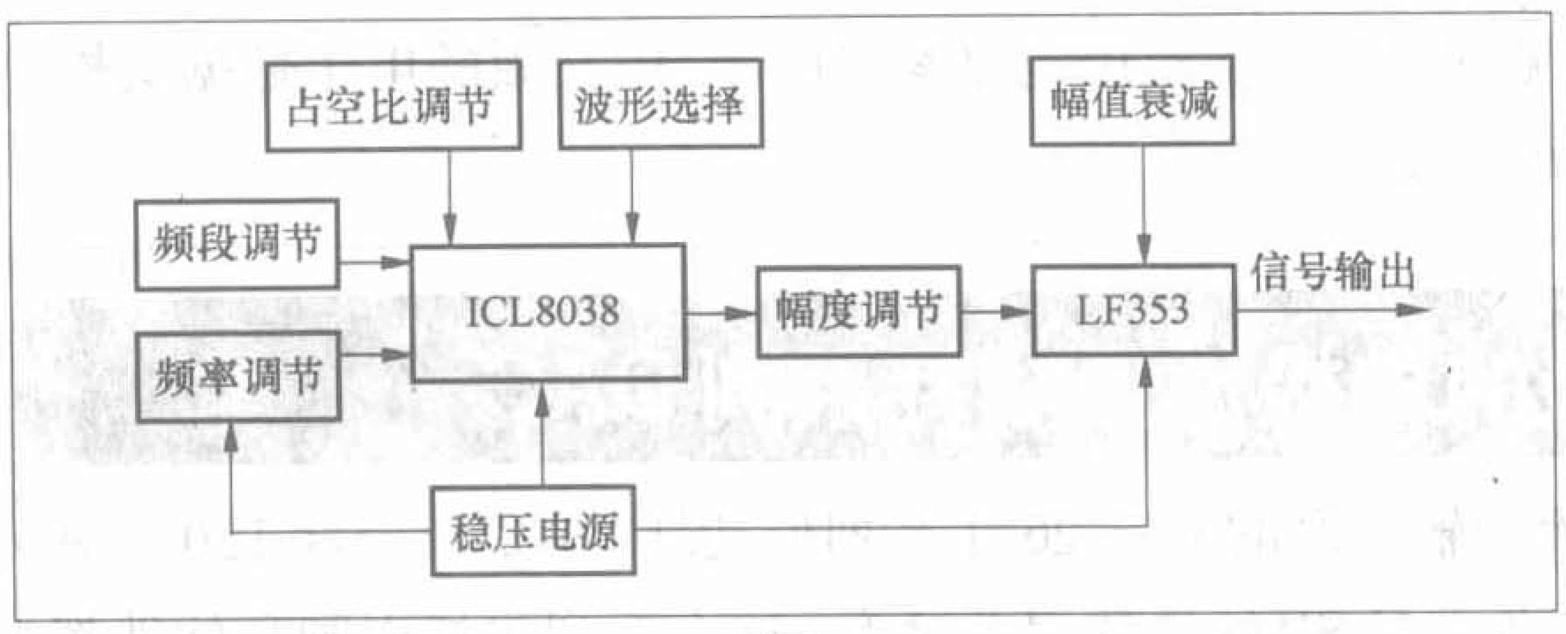


图1

3.输出驱动部分

由于ICL8038输出的信号幅度小，需要放大输出信号。输出驱动电路由RP2、R9～R14及LF353 组成。LF353内部为双运放电路，1、2、3脚和5、6、7脚各组成一个运放，该运放性能优良。ICL8038输出的波形电压经R9、R10、R11、RP2组成的幅值微调电路后，送到LF353放大后输出，

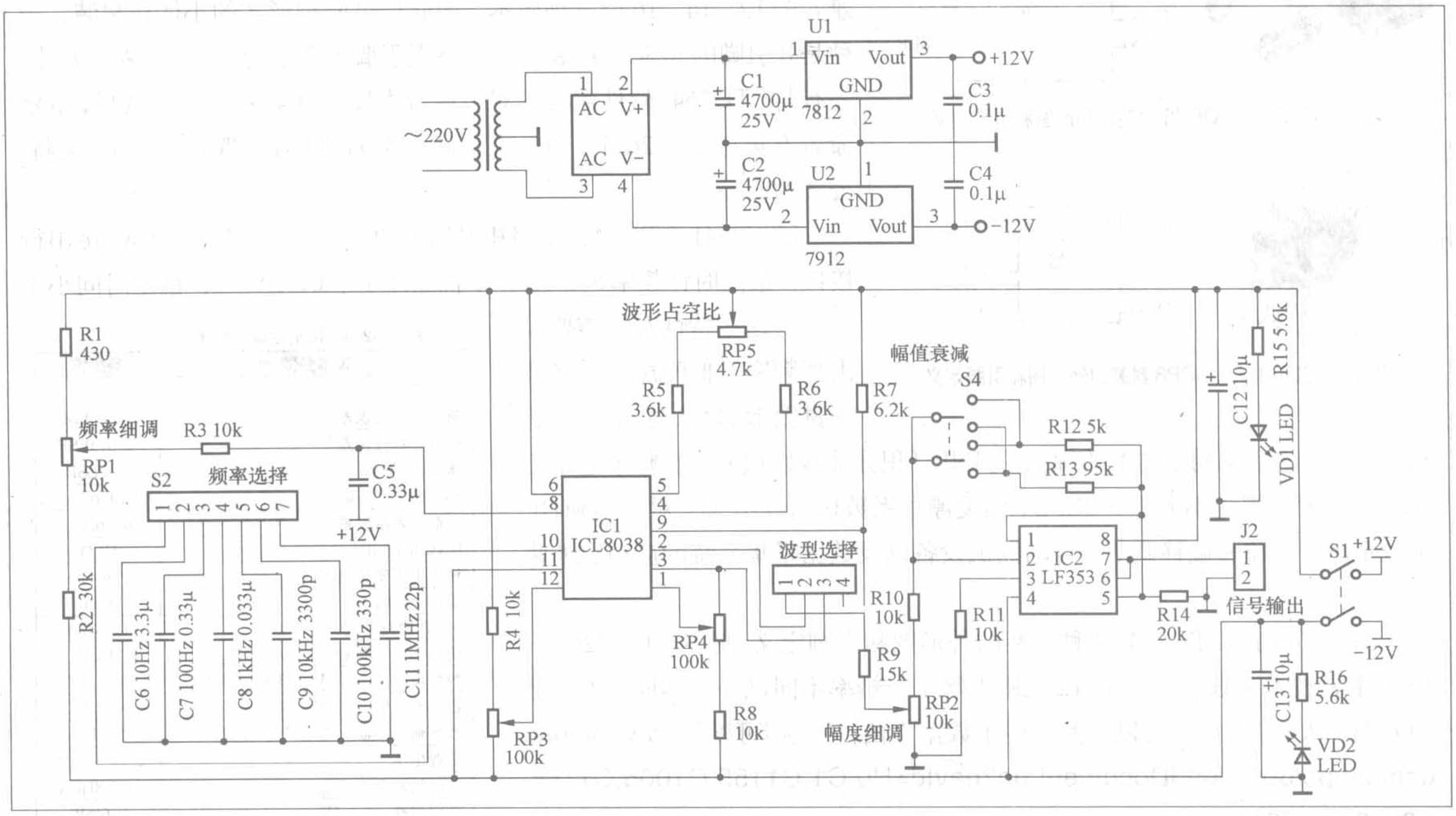


图2

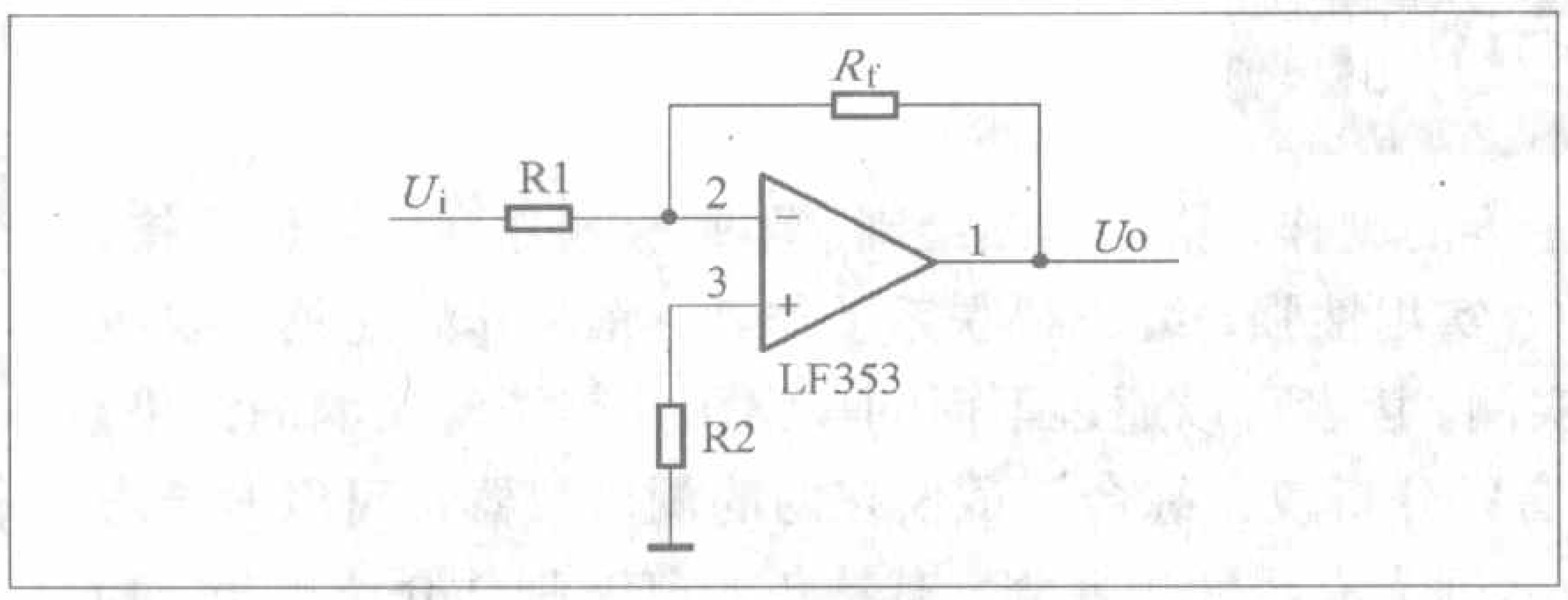


图3

RP2为优质多圈电位器，阻值为10k，R12、R13及开关S4组成幅值衰减电路。另外，用发光二极管分别指示±12V是否正常。幅值衰减原理如图3所示，该图组成一个反相比例运算放大电路。R_f为反馈电阻，对应于R12或R13，R1为2脚外围电阻。电压放大倍数$A_u=U_0/U_i$，改变R_f的大小，就能改变A_u的大小，从而达到幅值衰减的目的。

二、电路板制作

1.用PROTEL99 SE软件画好原理图，然后生成PCB，制作PCB主要采用手工布线，多圈电位器要安排在板的周围，地线加粗。PCB见图4（注：是从元件面看的顶视图）。

2.制作电路板。板材使用15cm × 20cm的感光板，在板上要留出放置电源变压器的地方，以方便用螺丝固定。把画好的PCB图打印在硫酸纸上，撕去感光板的保护膜，再把硫酸纸覆盖在感光板上，然后盖上透明玻璃，放在阳光下8分钟即可。如果是阴天或者阳光不强，效果可能不理想，可以改用500W的白光灯照射，时间为13分钟左右，本电路板就采用了灯光照射，效果不错。感光完成后，下一步就是显影，显影剂和水以1:20的比例配置，把感光板放进配置溶液中，慢慢摇动，几分钟便能显出影来，最后用三氯化铁进行腐蚀。把元件焊接完成后的作品整体形状如图5所示。

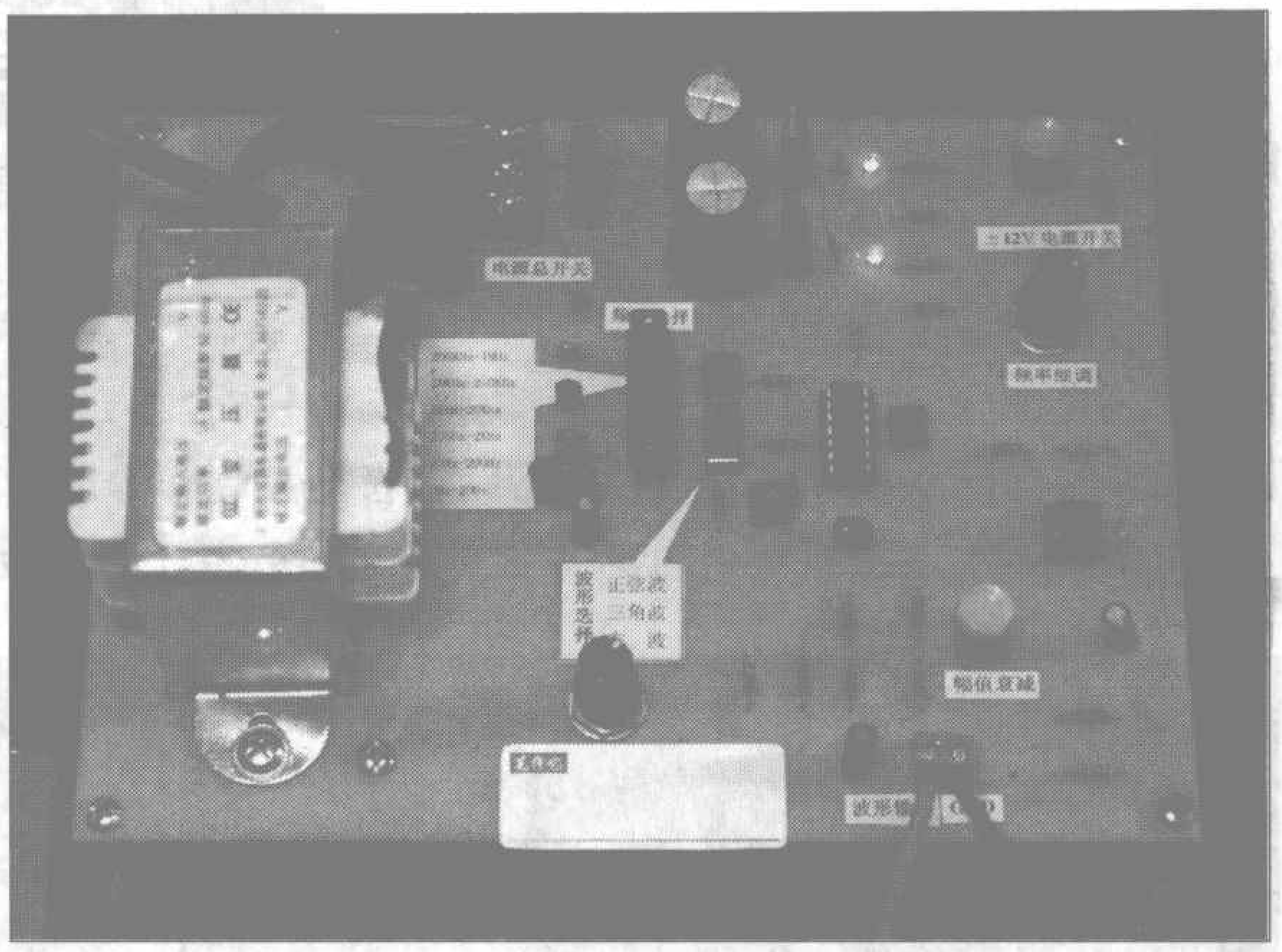


图5

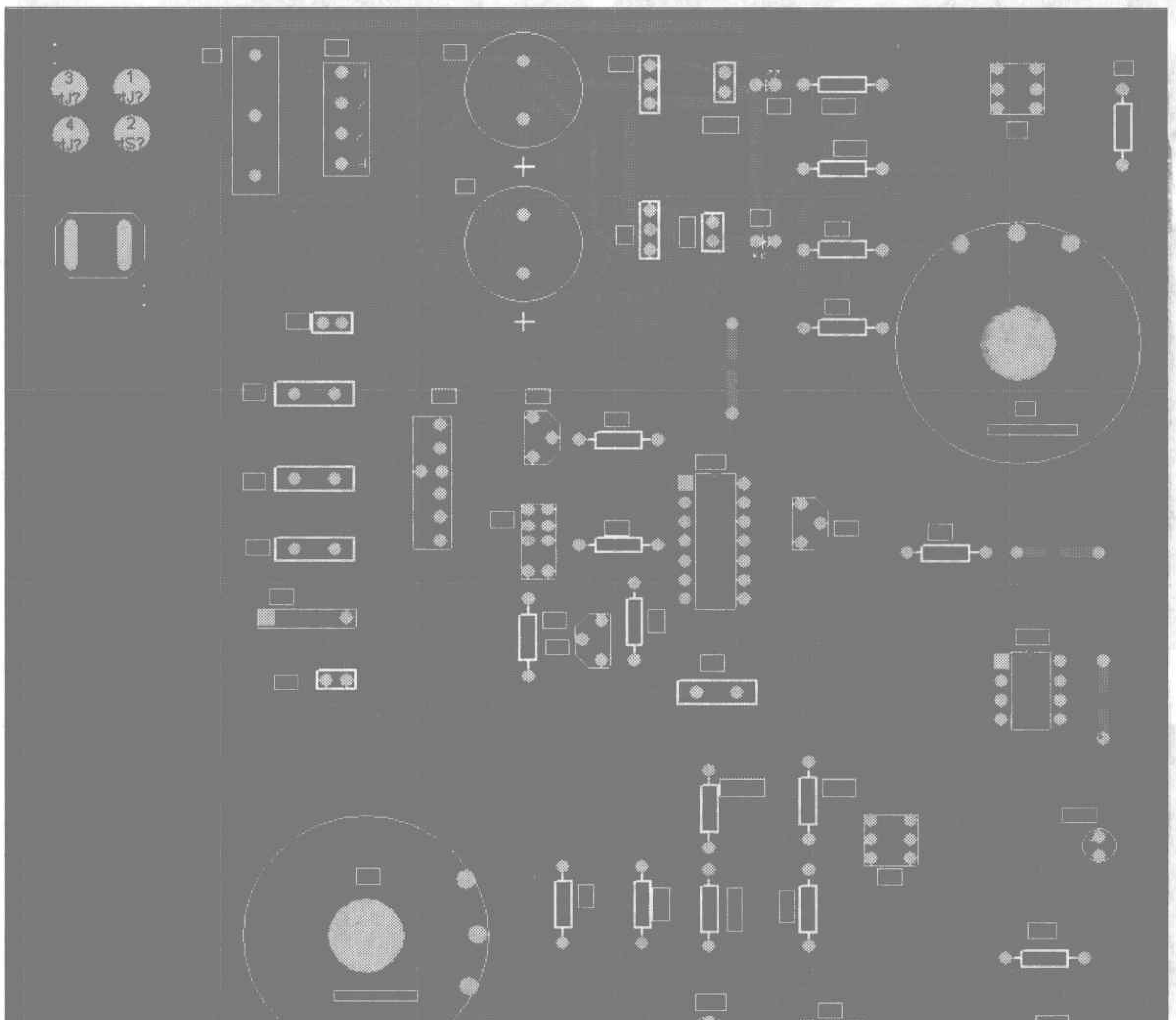


图4

三、测试与调试

1.用数字万用表测量+12V和−12V输出端电压，显示结果为11.9V和−12.1V，而且稳定。

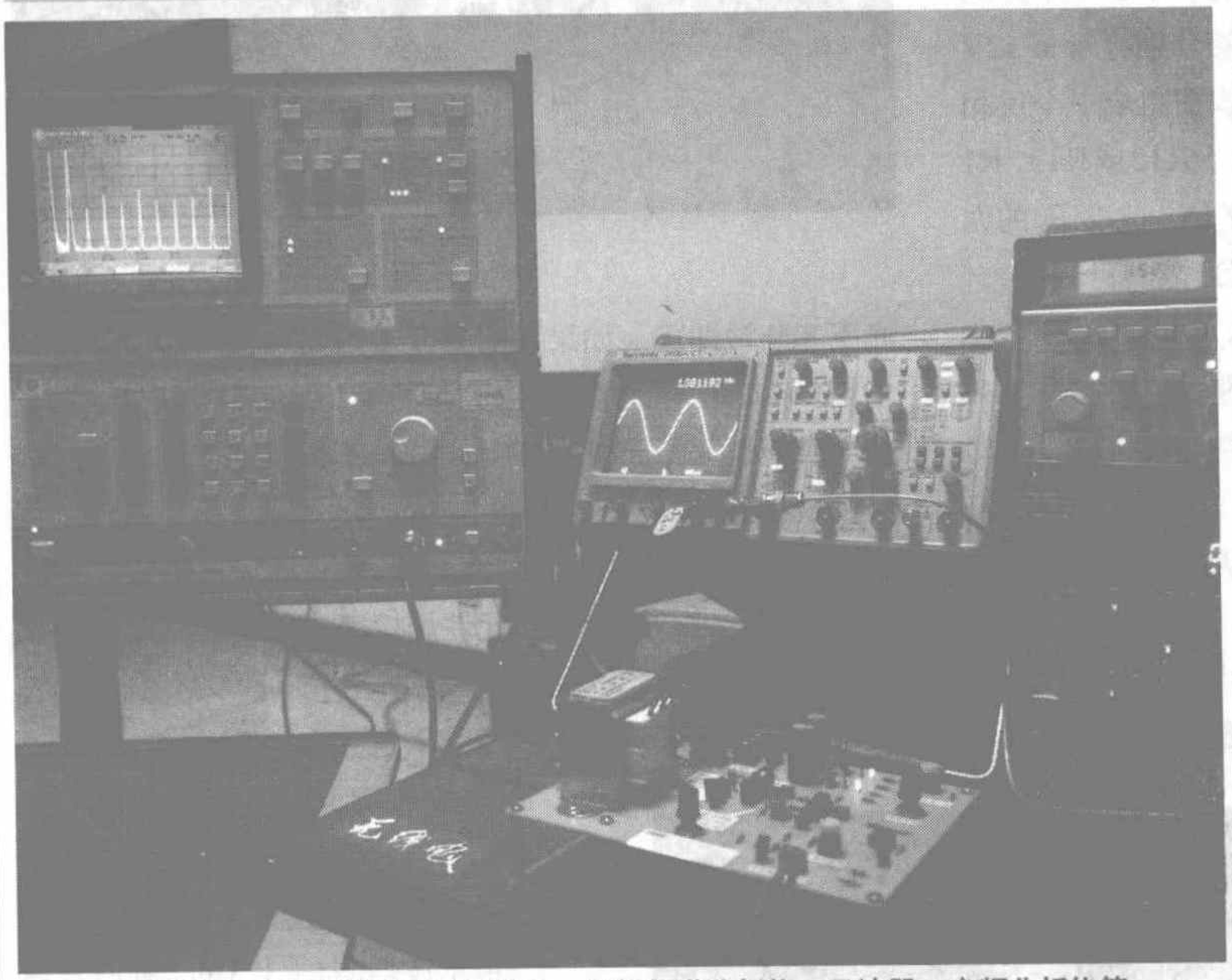
2.用示波器测LF353的7脚信号输出端，拨动波形选择开关S3，示波器观察到正弦波、方波、三角波，波形良好，几乎无失真。在测试正弦波时，刚开始时波形有点失真，用小螺丝刀反复仔细调节ICL8038的12脚和1脚外接的RP3和RP4，使波形达到最佳，调节ICL8038的4脚和5脚外接的RP5，可以改变方波的占空比，三角波无需调试。

3.把频段开关拨到0~20Hz挡，把频率细调电位器调到最小，用频率计测量信号输出端，频率计显示频率为0.000Hz。把频段开关拨到20kHz~200kHz挡，把频率细调电位器调到适当位置，频率计显示频率为109kHz。把频段开关拨到200kHz~1MHz挡，调节频率细调电位器，用频率计测量信号输出端，频率计显示频率为226kHz。

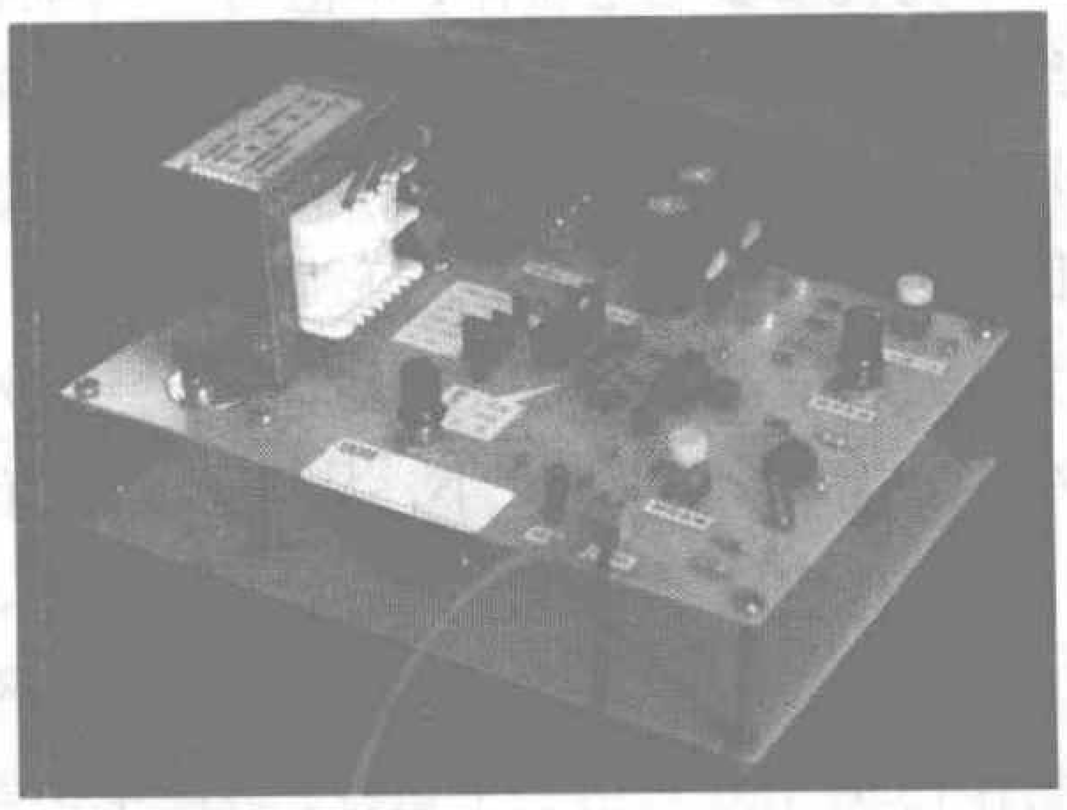
编辑部实测

《用ICL8038制作多功能信号发生器》一文介绍的信号发生器的制作，从原理图绘制、印制板制作到元器件焊接，都是作者陈吹信老师在业余条件下自己动手完成的，电路简单、实用性强，编辑特联系了作者，将制作好的信号发生器样机寄到杂志社，并在《无线电》实验室里进行了一系列的实测。读者可以通过下面的一组图片来了解实测的结果。

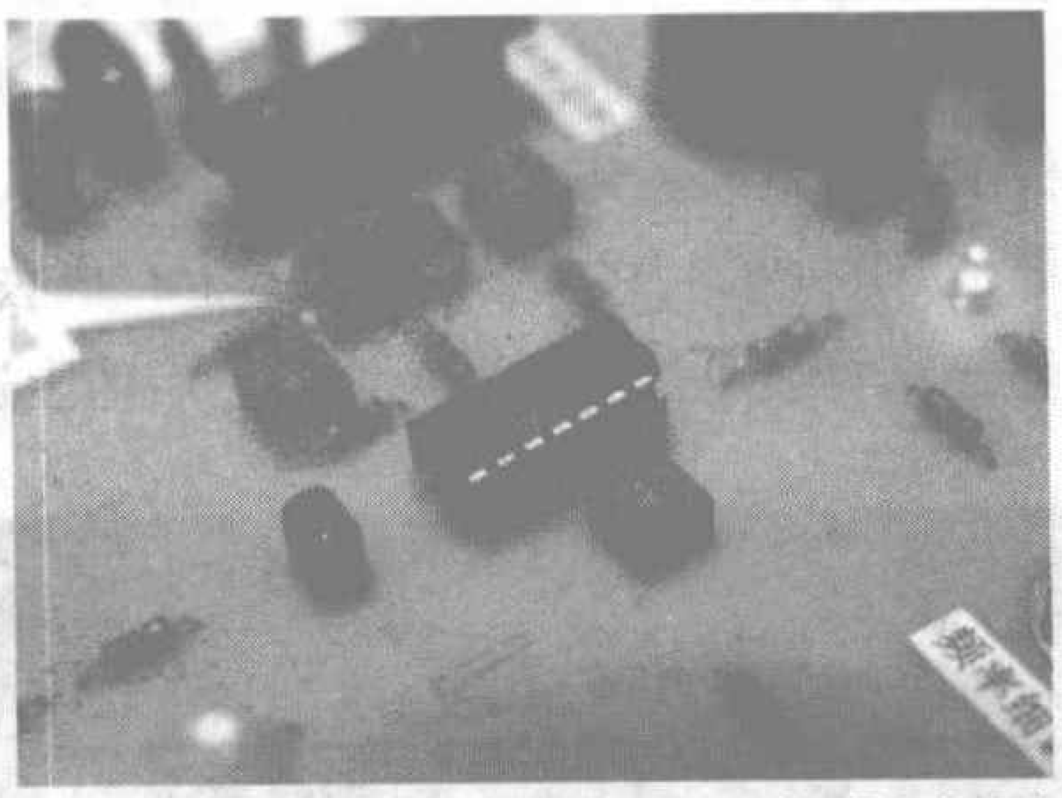
《无线电》实验室目前配备了包括频谱分析仪、示波器、音频分析仪、综合测试仪在内的测试仪器，可以对杂志文章介绍的电路制作进行实测，帮助读者提高制作的成功率。欢迎大家将实用性强、有特色的电路制作介绍出来，相互交流，更欢迎将您介绍的实物电路寄送到杂志社，体验实测的过程。



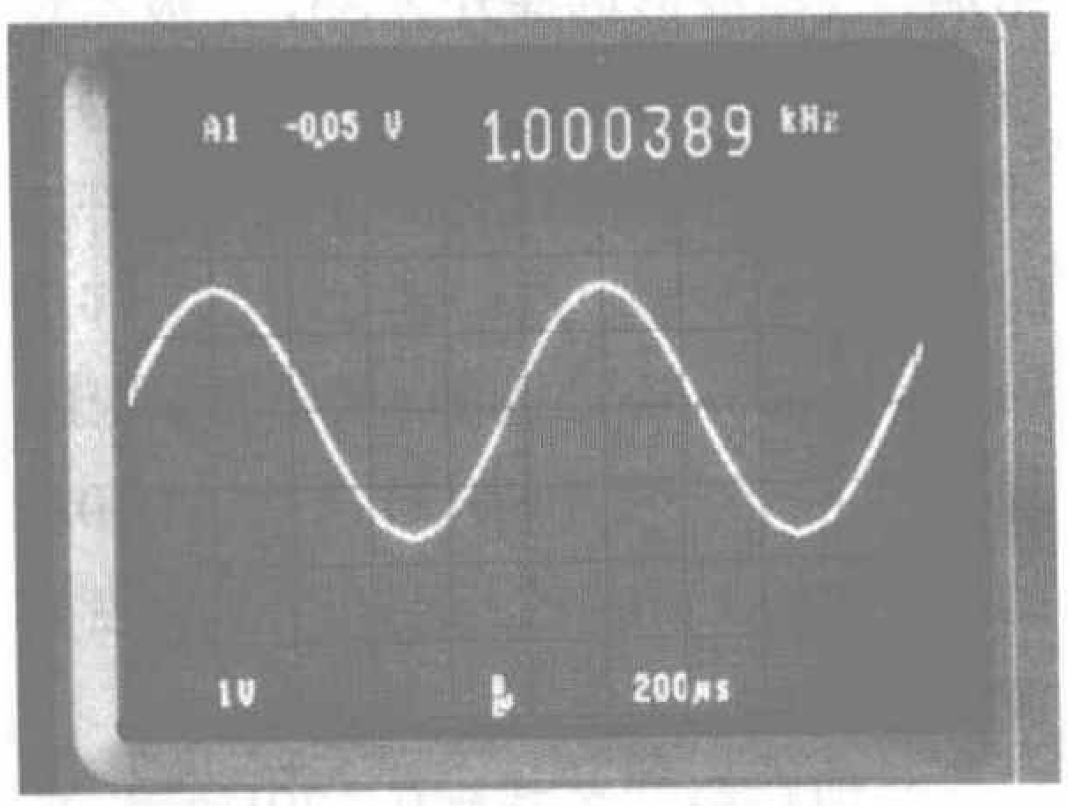
《无线电》实验室的部分测试设备，包括频谱分析仪、示波器、音频分析仪等



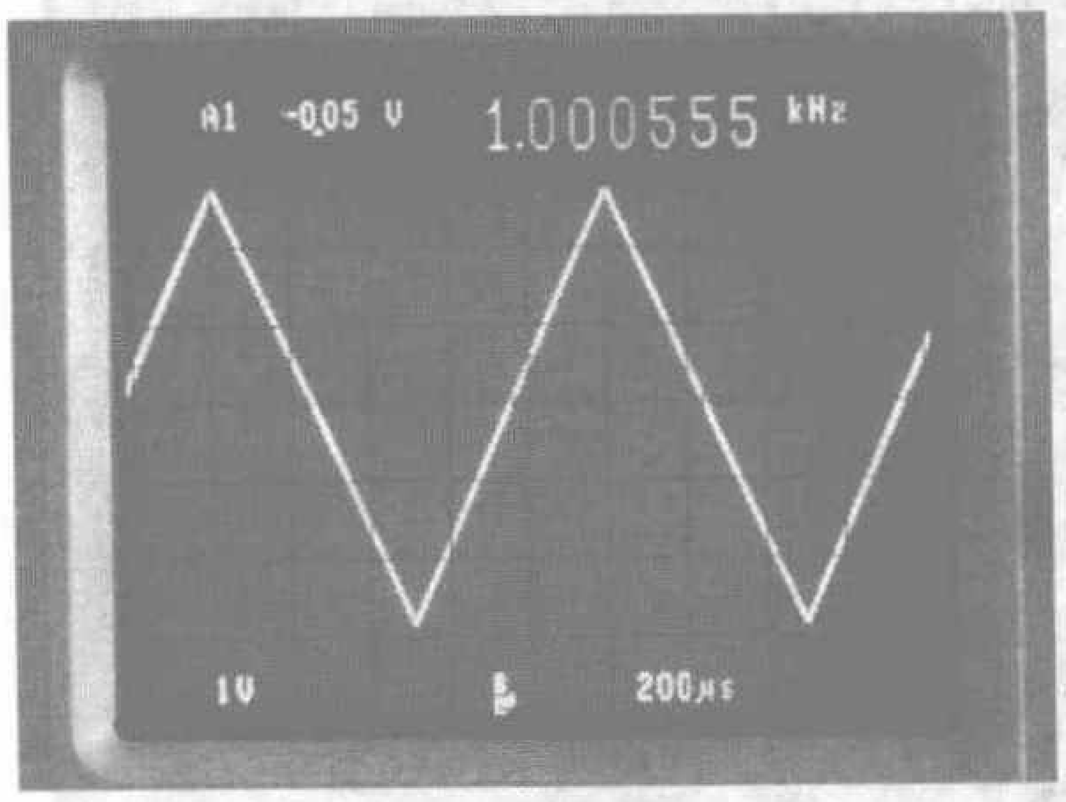
等待测试的“ICL8038多功能信号发生器”



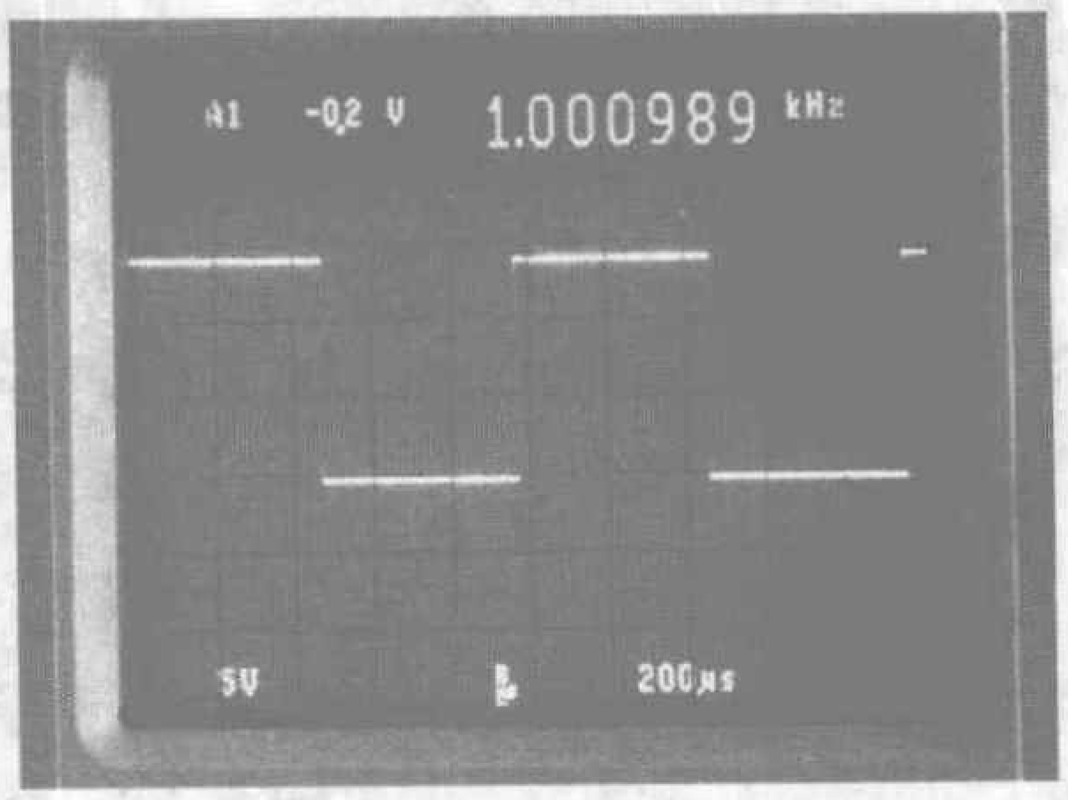
调整ICL8038集成电路周边的可调电阻可获得较低的失真



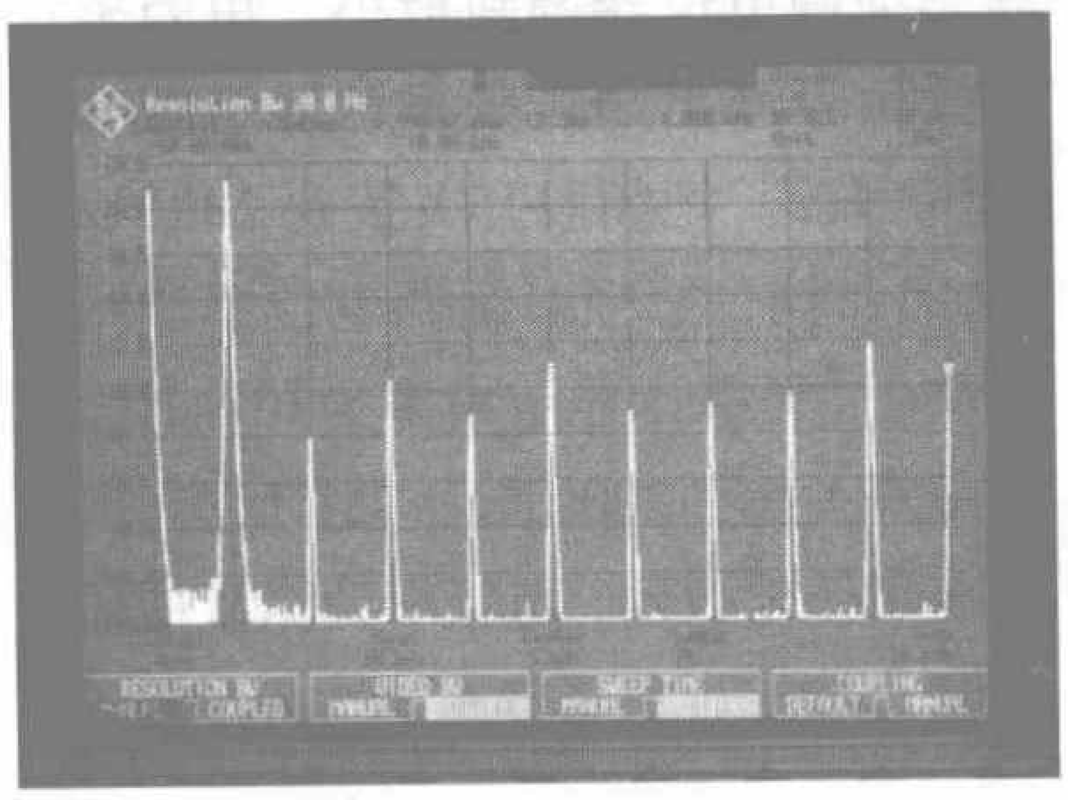
输出为1kHz左右的正弦波信号



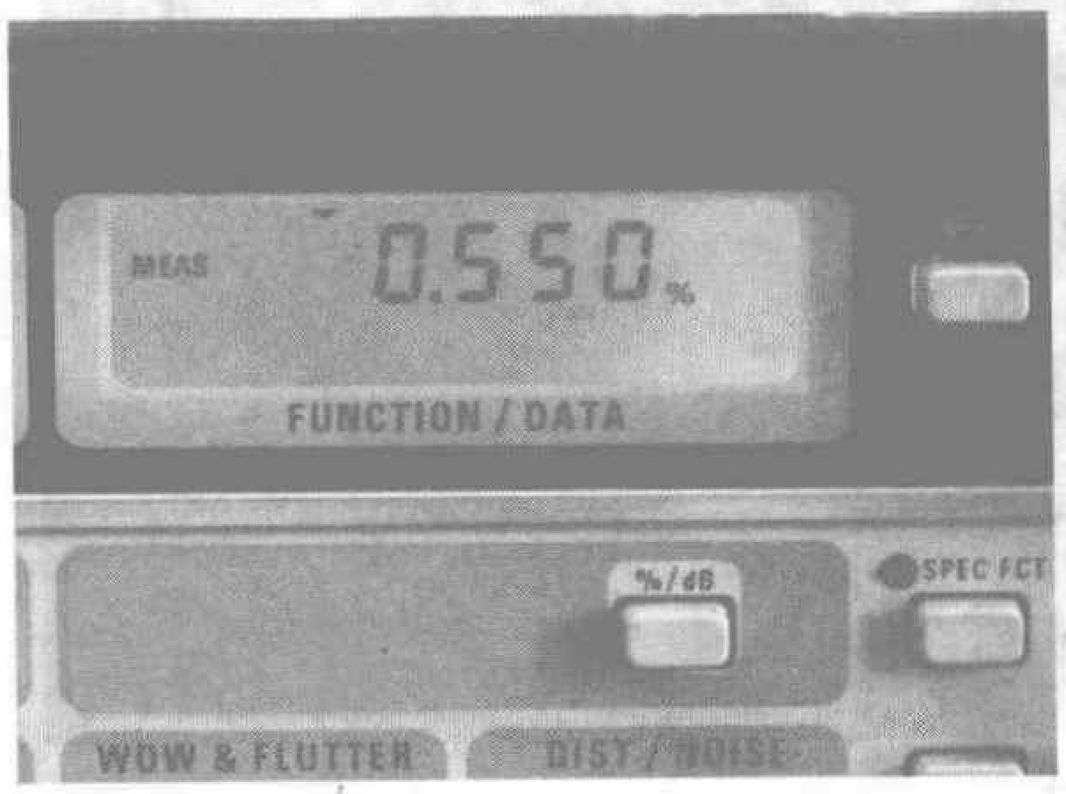
输出为1kHz左右的三角波信号



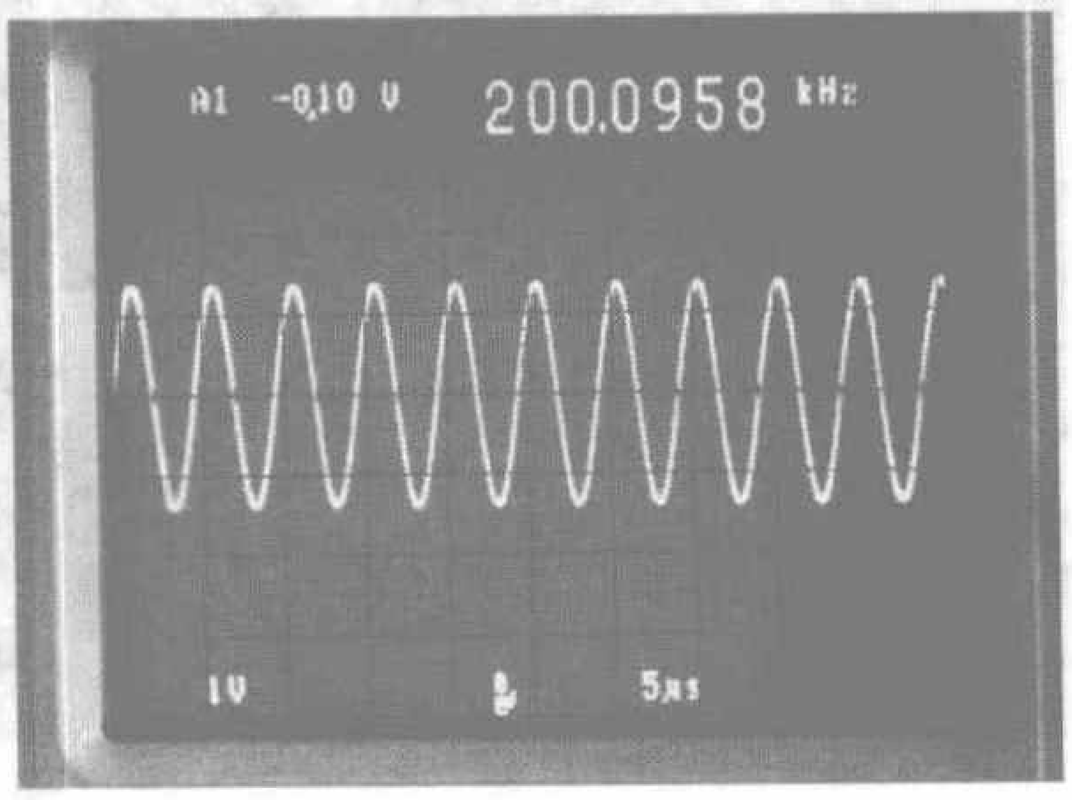
输出为1kHz左右的方波信号



这是输出为1kHz正弦波信号时的频谱图，各次谐波大致在-40dB以下



输出1kHz、1V正弦波信号时的总谐波失真为0.55%



输出200kHz正弦波信号时仍能保持较低的失真

编者按："无线供电"作为电子行业的热点之一正在受到市场日益广泛的关注，今年《无线电》杂志第6期赠送无线供电模块VOX06MP01的活动收到了很多读者的反馈。作为延续，《无线电》杂志联合明天科技有限公司再次为读者赠送无线供电模块，对其感兴趣的读者，可以通过电子邮件（E—mail：zhangyan@radio.com.cn）的方式申请，来信主题请注明"无线供电样片申请"，并请在信件中写明姓名、邮编、地址、单位、联系电话及设计思路，申请截止日期为2008年1月15日。

无线供电集成电路及其应用

文/古 人

无线供电（WirelessPower）是一个古老又时新的话题。从1831年法拉第的第一台发电机的发明，使有线供电成为现实以来，在长达两个世纪的漫长过程中，无数的科学家和幻想家都希望有朝一日能实现无线供电，并为之奋斗不息。近来，在互联网上，无线供电应用的消息频频出现，如无线供电的蓝牙耳机、无线供电的电动牙刷、无线供电的圣诞树等，特别是美国麻省理工学院的无线供电，竟能在2m外点亮一只60W灯泡，真是神奇！

在google中输入"无线供电"进行搜索，你可以发现，无线供电不但实用而且已经产业化了，其中VOXxxMPxx系列(x为数字)无线供电IC就是一个例子。它有多个型号，如VOX06MP01、VOX12MP05、VOX24MP20等，从网上下载它们的使用说明书后可发现，这些型号的无线供电IC具有不同的工作电压和无线供电能力，它们分别是1W、5W和20W（指接收端实际接收到的电功率），其应用电路十分简单，外围元件极少，只有两三个常见电容或电阻，价格也比较便宜。其外形如图1所示。

一、VOXxxMPxx的主要特征：

1．三极或四极结构、厚膜封装。

2．DC-AC转换，应用电路简单，调试方便。

3．发射线圈和接收线圈是完全分离的。发射线圈在用电器外，接收线圈在用电器内，电能从用电器外部传到用电器内部，因此，实现了电力的无线传输（无线连接），也实现了电源与电器的彻底分离，增强了电器的安全性、灵活性、防水性等。

4．发射线圈和接收线圈的匝数很少，仅需数圈便可工作，且形状可任意改变，适用于不同的电器。

5．不依赖任何介质而工作。电力的无线输送可以穿越多种介质，如空气、木质材料、玻璃、水等非金属介质，并实现了同样的功能和效率。但贴近金属将严重影响其工作效率。

6．工作时不干扰常用家电，对人畜无害，也不影响磁卡数据。

二、工作电路

VOX06MP01、VOX12MP05、VOX24MP20的典型工作电路如图2、图3所示。

VOX12MP05和VOX24MP20的工作电路是相同的，不同的是工作电压和输出功率。可参看表1。

图2、图3中的元件参数分别如表2、表3所示。

三、工作原理

从上述电路可见，其接收部分完全相同，均只有一个空心线圈L2，这是接收天线，发射部分均有一个空心线

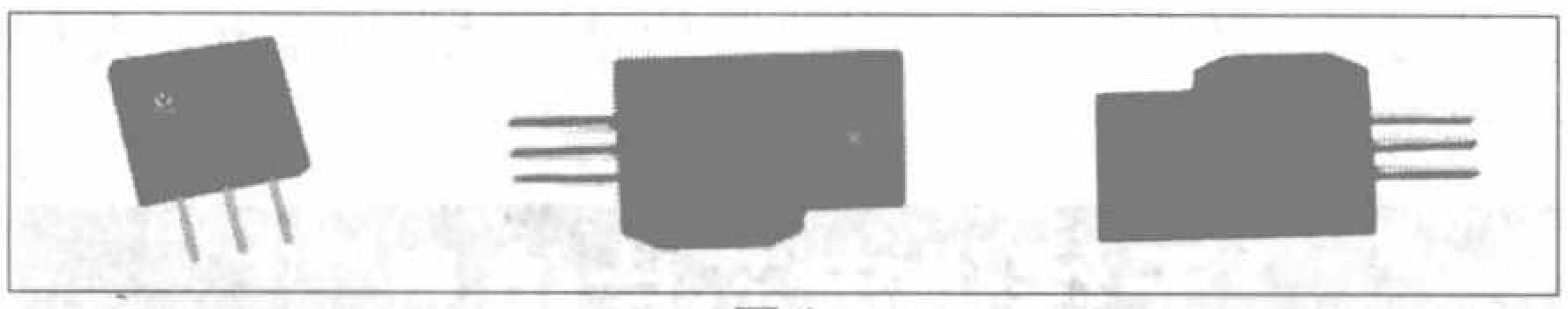


图1

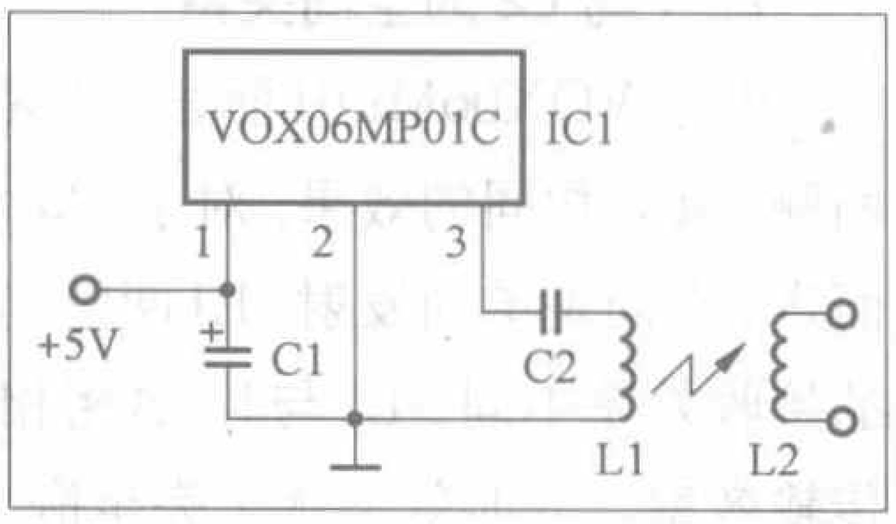


图2

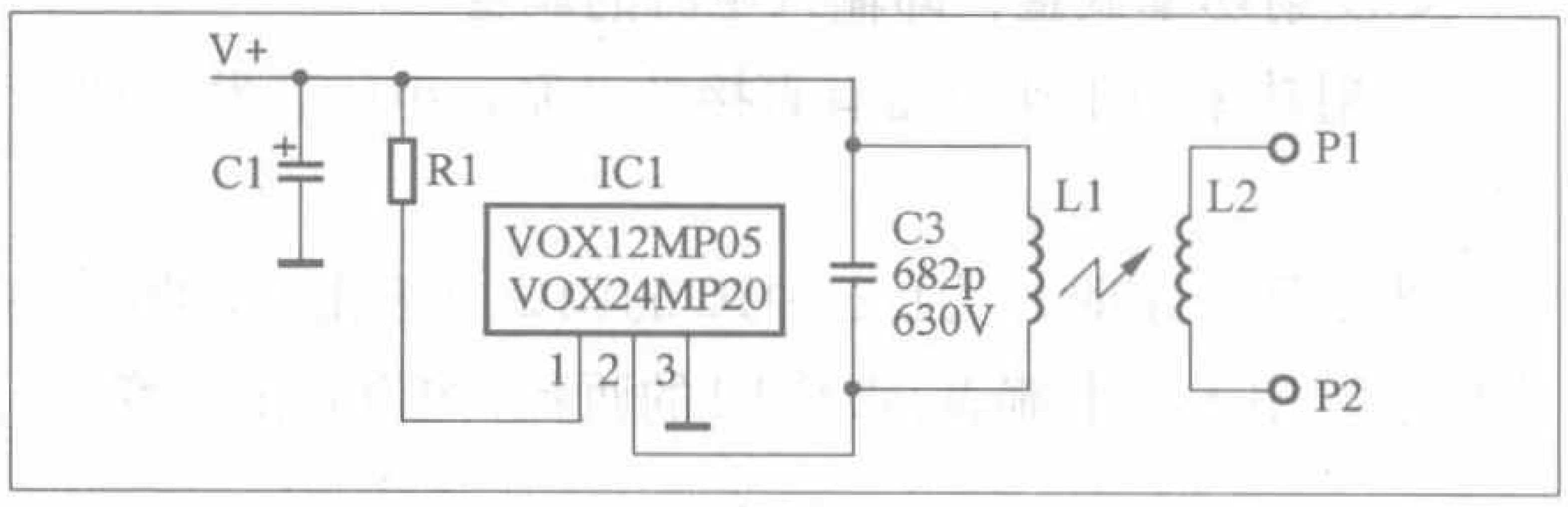


图3

表1

型号	工作电压范围	推荐工作电压	最大输出功率	最大接收功率
VOX06MP01	5V～9V DC	5V或6V	2W	1W
VOX12MP05	5V～15V DC	9V～12V	10W	5W
VOX24MP20	6V～36V DC	18V～24V	40W	20W

表2

元件	参数	备注
IC1	VOX06MP01C	
C1	220μF/10V	
C2	822p/630V	
L1	20μH	10匝/φ0.41线/匝径85mm/需调试
L2	1～数匝	根据电器需要调整

表3

元件	参数	备注
IC1	VOX12MP05	同VOX24MP20
C1	220μF/50V	
C3	682p/630V	
L1	15μH～18μH	8匝/φ0.41线/匝径85mm/需调试
L2	1～数匝	根据电器需要调整
R1	$R1 \approx 50 \times (V-6)$	1W

圈L1，就是发射天线。

这类IC的工作原理均为电磁感应。主要通过磁场来传递电能，即一个频率较高的电源逆变器（原理不再赘述）。与传统逆变器不同的是，它们采用了空心线圈，而且匝数很少，只有数圈（通常为10匝左右），两个线圈可以完全分离，在小功率接收（如点亮LED灯）的前提下，其最大距离可以达到30cm左右。在大功率接收的前提下，距离只有几个毫米。更有趣的是，两个线圈之间允许存在各种非金属介质，如空气、水、玻璃、塑料、木板等，这就体现了一个重要的特性：隔物供电。

接收端的电压通过改变L2的匝数来调整。

四、应用范围

由于此类无线供电IC具有隔物供电的功能，突破了传统的有线供电模式，是有线供电的延伸和补充，因此，具有广泛的应用范围和应用前景，其应用范围归纳有三类，分别是：

1．移动性强的小电器的供电或充电，如剃须刀充电、手表充电、机器人充电等。

2．水下供电和防水电器，如水下照明、水下爆破、鱼缸照明、电热毯等。

3．有线供电无法实现的电器或场所，如各类传感器或探测器及某些军用场所等。

五、调试

1.L1和L2的形状与大小关系

L1与L2的形状应相似，如同为圆形、方形等，L2不大于L1。

2.L1与L2的空间关系

对于VOX06MP01而言，它是双向发射，L2位于L1的两侧，具有相同的效果。对于VOX12MP05和VOX24MP20而言，它们是单向发射，L1两侧的磁场强度不同，因此，L2的接收效率不同。L2与L1紧密相邻（平行）时，具有最佳传输效率，此时效率优于完全嵌入。如图4所示。

3.发射功率调整，即输入电流的调整

发射功率与工作电压有直接的关系，电压高发射功率大。

当电压一定时，以上三种IC的调试方法相似，均可以在发射端串入一电流表，改变L1的匝数，电流将随之变化，通常当电流最大值时，固定L1。

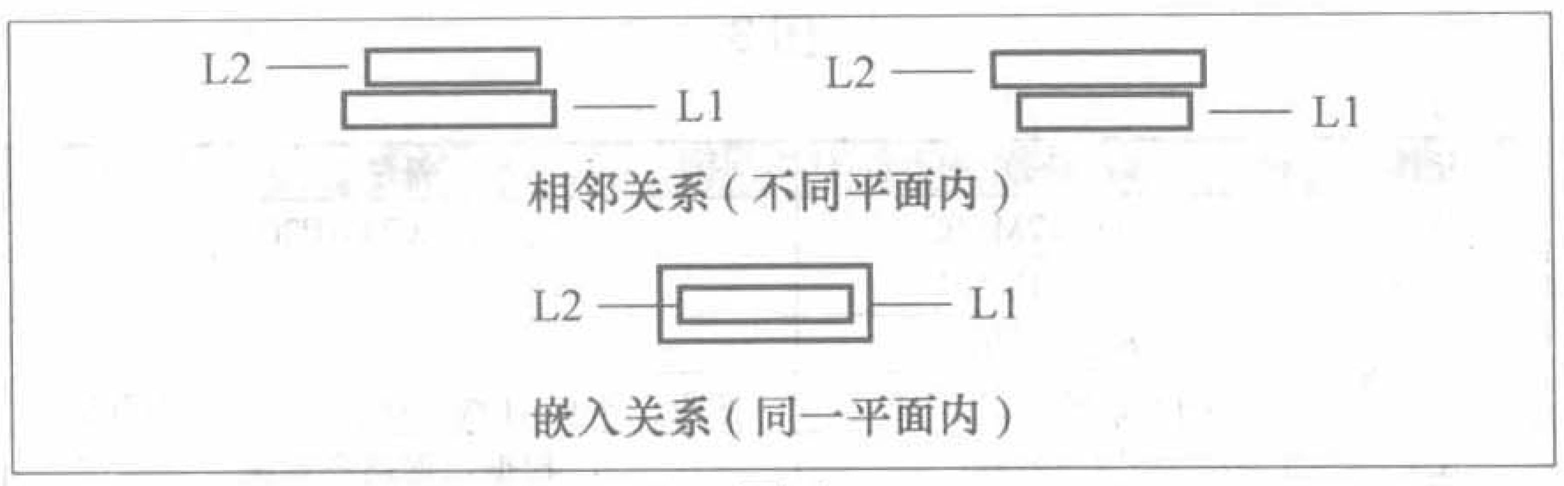


图4

4.接收效率的调整

为增强接收效果，提高接收效率，可在接收线圈L2的两端并联一个调整电容，这个电容的大小根据实际效果而定，通常为数千皮法，耐压根据需要而定。

六、应用举例

1. 交流供电

接收电器如图5所示，此法适用于给无感电器供电，如电热丝加热、LED照明（水下照明）等。

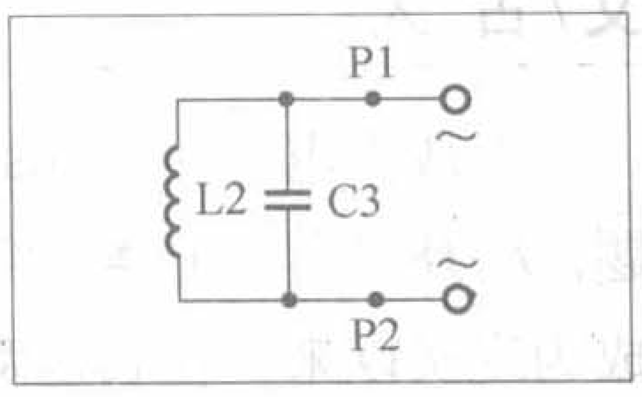


图5

2. 直流供电（充电）

电路如图6所示，此法适用于给直流电器供电或充电。如直流电机、移动设备、直流音响设备、直流仪表等。

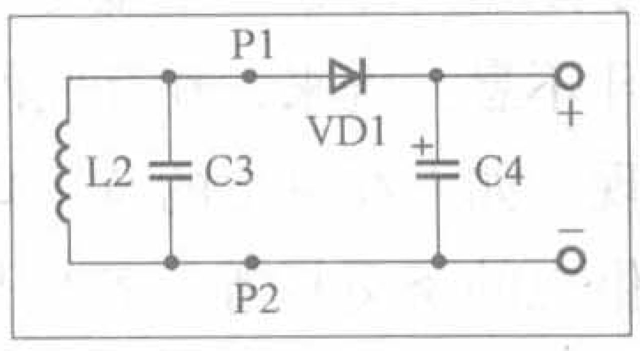


图6

3. 全方位接收

电路如图7所示，三个线圈分别置于相互垂直的三个平面中，并联成一个球体，这就是一个全方位电源为电器提供内动力，当它旋转到任意方位时，均可以较好地接收来自发射线圈L1的能量，无论L1处于附近的任意平面上。此法特别适用于球形或类球形运动体的无线供电。

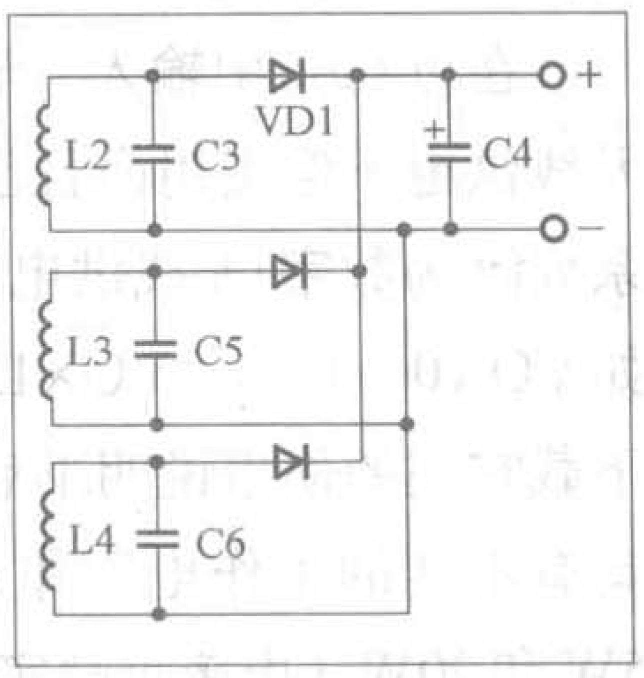


图7

三个线圈的空间排列顺序如图8所示。

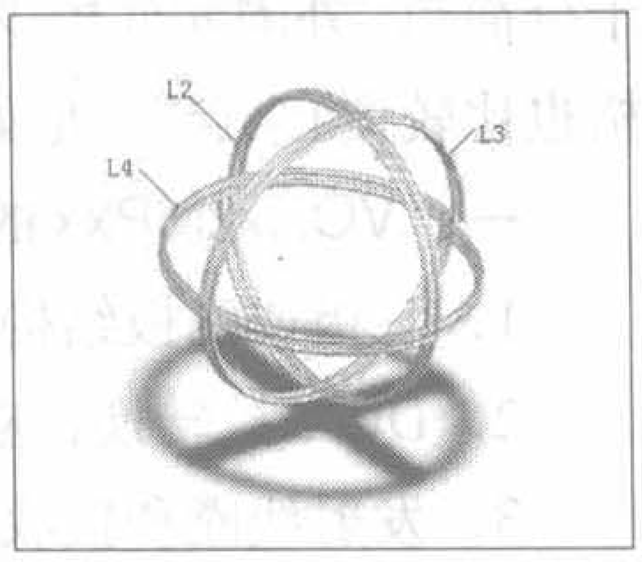


图8

七、EMC问题的解决

任何金属（包括铝箔纸等）均可以全面地吸收此类IC发出的磁场，因此，在发射线圈和接收线圈的外侧（2cm以外），衬上一层金属膜，便可以全面吸收多余的磁场，防止外泄（虽然它们的磁场对常见家电、人畜及磁卡无害）。

无线供电芯片信息

惠州市明天科技有限公司专为制造商提供无线供电产品方案和配套芯片VOX12MP05、VOX24MP20、VOX330MP10等。

联系人：朱先生

电话：0752-2330830

传真：0752-2509303

查询详情请登录：

www.wirelesspower.cn或在IE的地址栏中输入“无线供电”即可。

近距离感应式检测电路的设计与制作

文 / 王明洋

本文介绍一种感应式检测装置的制作，当人体接近检测电路时，该电路会产生相应的控制信号推动执行机构作出相应的动作（如信号指示灯发光、大门关和开、报警装置报警等），该电路与电子狗等远距离接受人体发送的红外线产生报警的电路不同，属近距离感应，感应的范围小于1m甚至低得多（可调），使用效果很好，由于采用了集成运放MAX407，灵敏度理想。

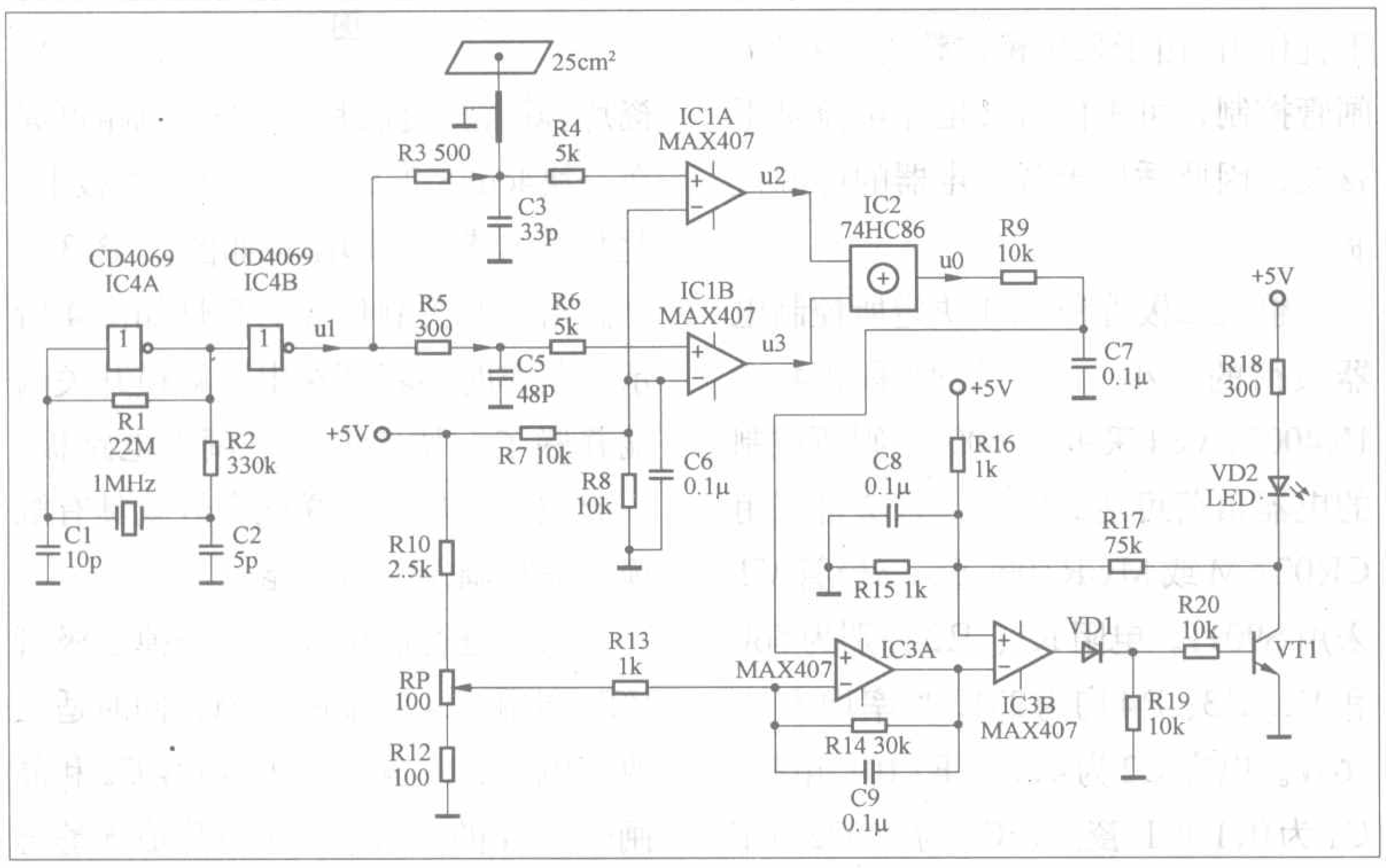
电路原理

本装置利用MAX407中的两个集成运放（IC1A、IC1B）组成比较器，给其中一个运放输入标准方波信号作为比较对象，另一个运放的输入信号受人体接近程度的影响，当无人接近装置时，两运放输出方波相同，这两个信号送给异或门(IC2)的两输入端，经异或门运算输出$Y=\overline{A}B+A\overline{B}=0$。此时被控对象（信号指示灯等）不产生动作。若有人接近装置时，Y ≠ 0，将Y变为直流信号并放大后去控制被控对象产生相应的控制动作。

功能电路介绍

1.标准方波发生电路：元件IC4A、R1、R2、C1、C2 及1MHz石英晶振构成一种并联型石英晶体振荡电路，IC4A为反相器，由运放构成，晶振相当于电感元件，该信号经IC4B放大后送给比较运算电路，作为比较电路的标准信号u1。

2.比较运算电路：比较运算电路由IC1A、IC1B、IC2及相应的外围元件共同构成。IC4B输出的信号一路经R5、C5积分延时后送入IC1B正端，与负端2.5V电压比较后，输出幅值为2.5V的方波信号u3；u1另一路经R3及由C3、同轴电缆对地电容、$25cm^2$感应板对地电容共同构成的电路（在无人体接近探测仪时，上述三电容的和约为48pF）积分延时后，送IC1A的正端，同样与其负端所接2.5V恒定电压比较后输出方波信号u2。为了保证上述方波信号在无人接近时的波形完全一致，笔者设计电路时选择C5的值也为48pF。



下面我们对无人靠近探测仪和有人靠近的两种情况分别进行电路分析。

无人靠近时，因电路的对称性，u2与u3的输出波形完全相同，这两信号送给异或门IC2的两输入端，经运算后输出u0=0，则后续电路不动作。当有人靠近时，由C3、同轴电缆对地电容、$25cm^2$感应板对地电容共同构成的电路电容总值将增加，经运算可知，积分电路将会使得输出信号u2产生一个向后的延时，而u3的波形仍然不变，故u2、u3 送IC2运算后，其输出u0 ≠ 0，人靠得越近，则u0输出脉冲越宽。

IC2输出信号u0经R9、C7滤波后，产生与人体接近距离成比例的直流电压，运放IC3A对该电压进行放大，调整电位器RP可以设定对应于人体接近感应板不同距离的门限值；运放IC3B及功率放大管VT1构成滞回比较器，将IC3A输出电压放大，通过R17的正反馈可保证VT1迅速可靠导通，点亮发光管VD2。整机电路如附图所示。附图所示电路是对信号指示灯VD2的通断进行控制，若将VD2换成继电器，用继电器去控制其他各种执行机构，就可以实现各种自动控制功能。

元件说明

该电路中的$25cm^2$感应板可以用普通的金属材料做成，IC1、IC3选用美信（MAIXM）公司生产的超低功耗的双运算放大器MAX407。MAX407主要用于干电池供电以及在低电源电压供电条件下的设备使用，采用该元件的主要目的就是考虑节能问题。MAX系列是一种普及型产品，在国内各大电子市场及网上均有售，价格约6元，网上售价更低，可选用一块四运算放大器集成电路（如LM324、LF347）代替，成本更低。其他元件如附图所示。该制作由于采用了石英晶振作为振荡电路的核心元件，产生标准的比较信号，故电路的稳定性非常高。

三种节能的电子触摸开关

文/彭佩烘

经过对市场上出现的多种电子开关(包括延熄开关)进行分析测试,笔者发现这些开关都有六七百毫瓦以上的静态功耗,一年下来每个电子开关静态耗电就在5、6度以上。每个厂家每年都生产出大量这种开关供人们使用,可想而知有多大的浪费。为此,笔者利用一种很普通的小电流触发晶闸管(具有控制极触发电流很小的特点,触发电流多小于200μA,目前额定电流为1A的这种晶闸管的售价只有四、五毛钱),设计制作了三种实用的电子触摸开关,这几种开关具有电路简单、成本低廉、元件易购、工作可靠、使用方便等特点,更主要的是没有任何静态功耗或只有极微功耗。使用时无需区分两根引出线,可随便与电器或电灯串联,只是注意整个开关必须接在交流市电火线上。这几种开关也经过多个家庭和单位正常使用了近一年。

一、无静态功耗电子触摸开关

目前,大多数电子触摸开关都需要在开关内部设计一个直流低压工作电源,这样不仅电路复杂,而且存在静态功耗。

本电子触摸开关采用的技术方案是:由桥式整流二极管、单向晶闸管、三极管、电阻、电容和触摸金属片组成电子触摸开关,触摸开的控制是通过一个小电流触发晶闸管实现的。首先整流二极管把交流市电变成单向脉动电,然后经一个单向晶闸管进行电源通断控制,触摸开控制的小电流触发晶闸管接在起电源通断控制作用的晶闸管的阳极和控制极之间。触摸开金属片通过限流电阻接在小电流触发晶闸管的控制极上。

本开关可以在无任何静态功耗的情况下,对家用电器特别是照明灯具进行交流电源触摸通断的控制。

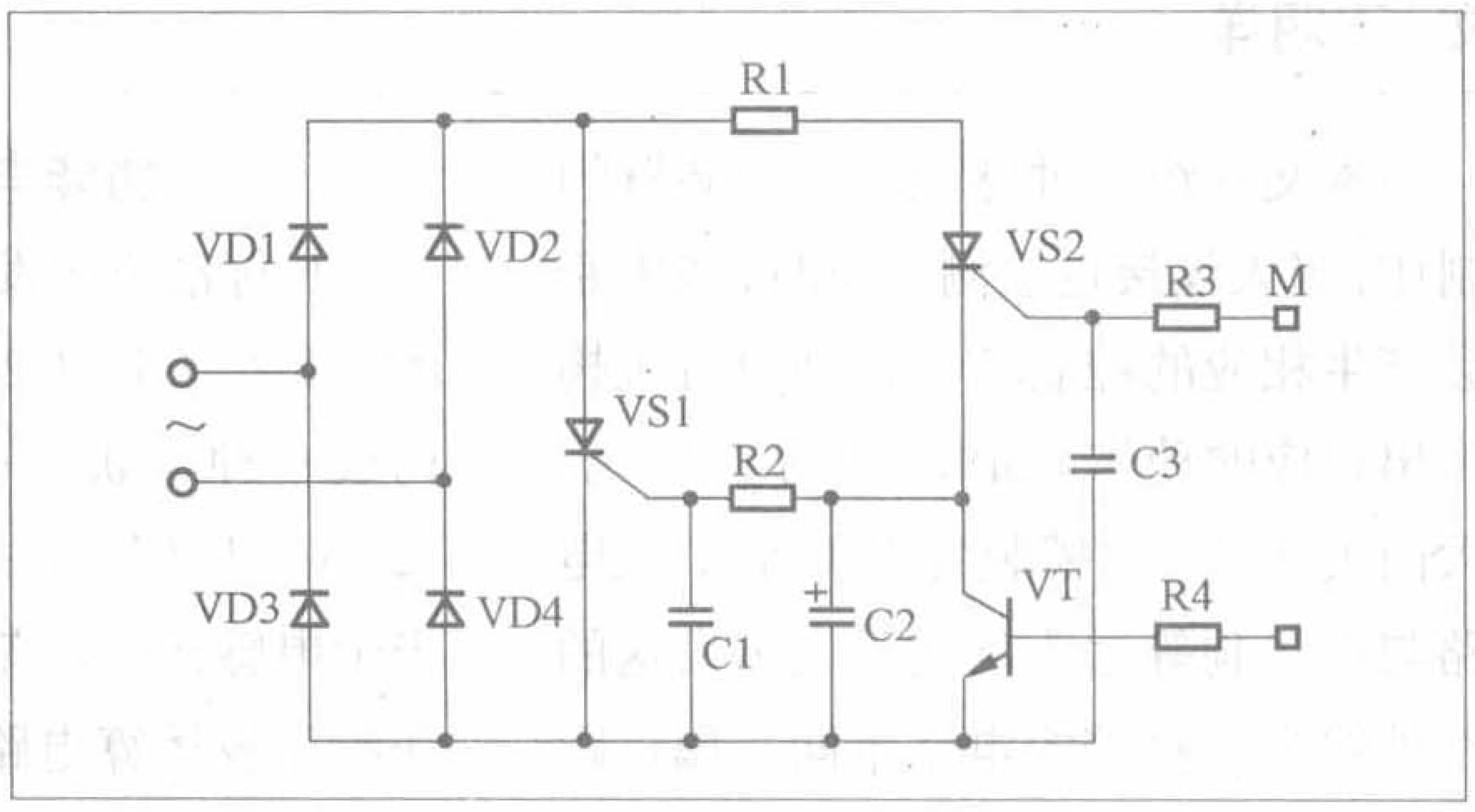


图1

图1是该开关的电路原理图。二极管构成桥式整流,晶闸管VS1进行电源通断控制。小电流触发晶闸管VS2实现触摸开控制,三极管VT实现触摸关控制。电容C2通过电阻R2接在VS1的控制极和阴极之间,可使晶闸管VS1一旦被触发导通后能一直维持导通。平时晶闸管VS1和VS2均处于关断状态,整个电路没有任何功耗。当人体(如手指)触摸一下金属片M时,人体的感应信号使VS2导通,结果VS1得到触发电流也导通,电器得电工作。VS1导通后,VS2随即没有工作电压,此时对应电容C2两端电压约为0.8V。需要关掉电器电源时,触摸一下金属片M,对应三极管VT导通,C2上的电荷被释放,VS2在交流市电过零时关断。图中电容C1和C3起抗干扰作用。由于采用桥式整流,通过晶闸管控制,可确保流过电器电流是正弦波,因此适用于各种电器的电源控制。

整流二极管和VS1决定所控制电器负荷的大小,如二极管采用4个1N4007,VS1采用2A600V,则所控制的电器负荷可达200W。VS2可采用CR02AM或MCR100−6。三极管VT采用S9011。电阻R1、R2分别为56k和1k,R3、R4均为2M,功率均为1/16W。电容C2为4.7μF/10V电解,C1为0.1μF瓷片,C3为0.022μF瓷片。除触摸金属片外,整个电路可焊在一块4cm×2.5cm的印制电路板上。此开关电路板和印制板如图2、图3所示。用此开关制作成的台灯如图4所示。制作时笔者还在电子触摸开关两端并联了一块普通电子调光电路板,一起控制台灯,这样此台灯就具有触摸开关和调光两项功能。

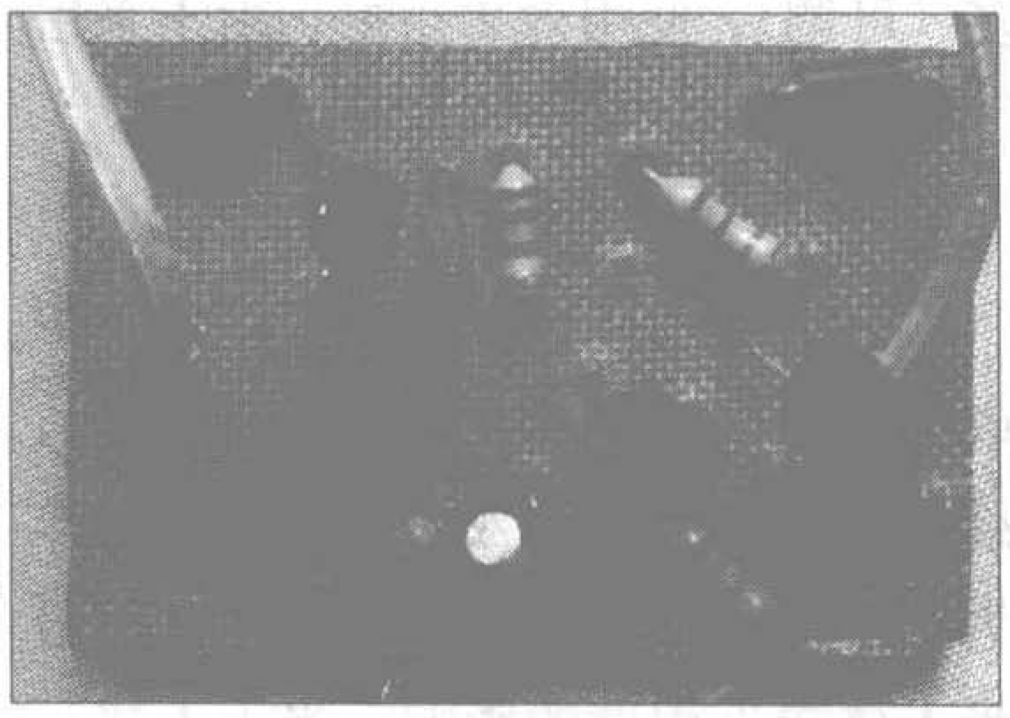


图2

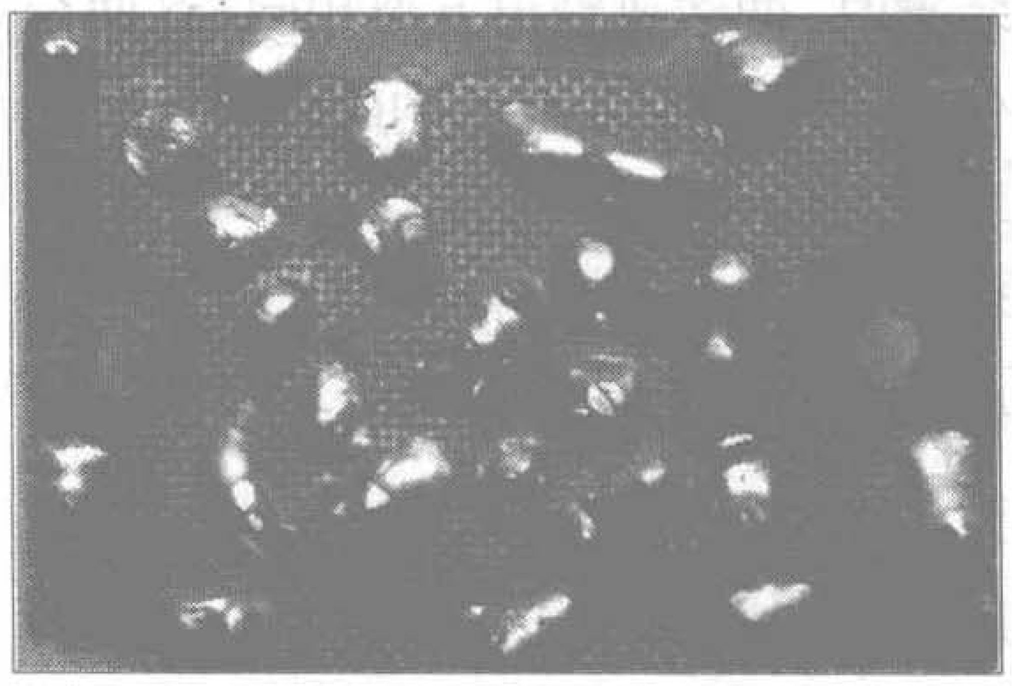


图3

只要进行简单改动,去掉三极管VT、电阻R4和金属片M,同时适当改变电阻R1、电阻R2、电容C2和晶闸管VS1的参数,就可制作成无静态

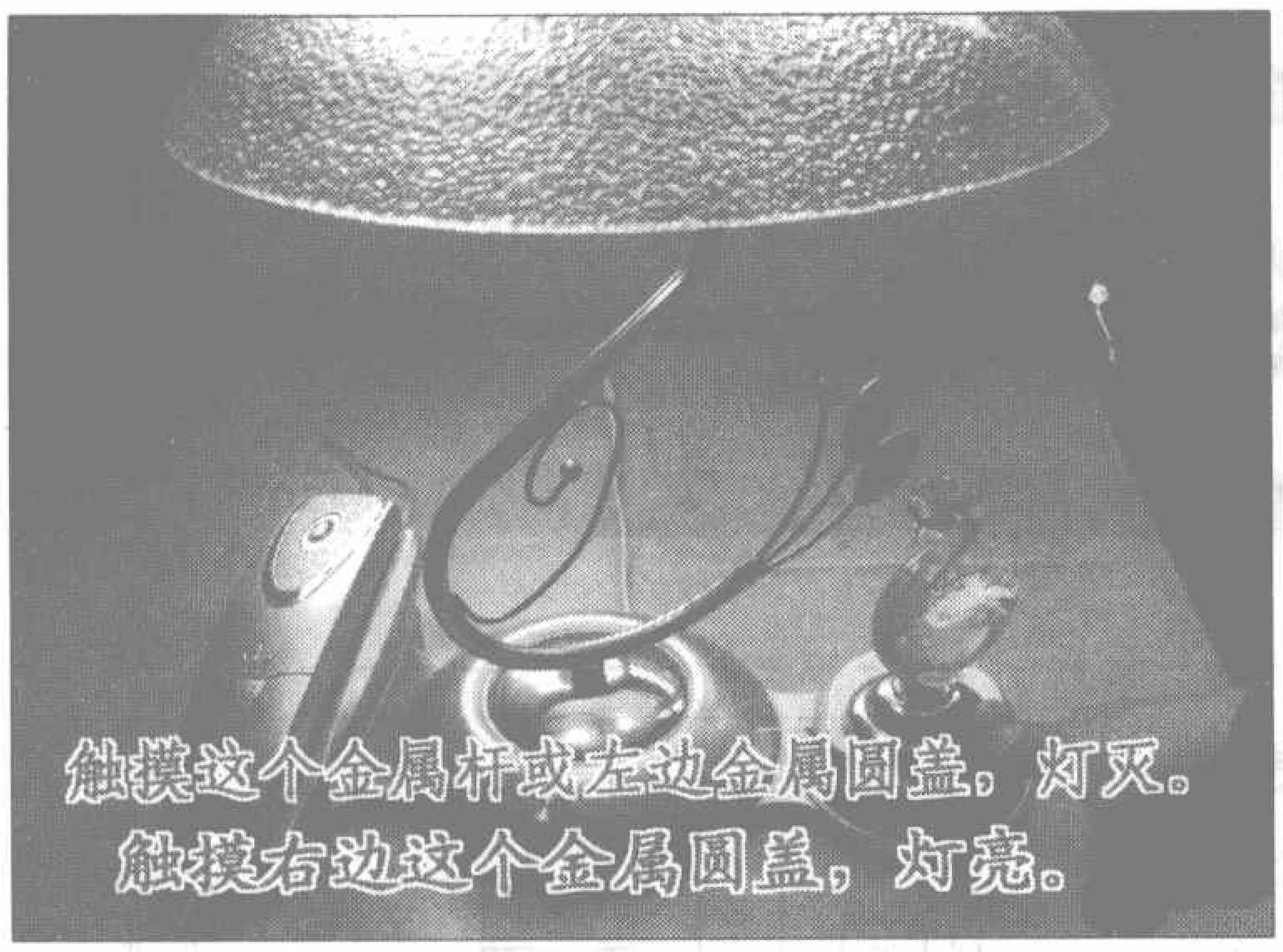


图4

功耗触摸延熄开关。

二、微静态功耗触摸延熄开关

此触摸延熄开关具有静态功耗极微的特点。静态电流约55μA，静态功耗约12mW，一年下来静态耗电仅约0.1度，比现有触摸延熄开关降耗98%以上。电路如图5所示，VS1、VS2为单向晶闸管。其中VS2为小电流触发晶闸管。交流电经二极管VD1～VD4桥式整流后变成脉动直流电，一路直接加到VS1的阳、阴极之间，另一路通过电阻R1加到VS2的阳极。由于无触发信号，VS1和VS2均处于关断状态。当人体（如手指）触摸一下金属片M时，人体的感应信号使VS2导通，结果VS1也导通，对应电灯得电发光。由于C2的作用，VS1将一直保持导通状态，这是本开关的一个独特之处。二极管VD5起提升电容C2上电压的作用。VS1导通后，对应C2两端电压实测约为1.6V。此电压经电阻R3向电容C4充电。一定时间后，对应三极管VT1导通，结果C2上的电荷被释放，VS1关断，电灯熄灭。按图中R3、C4的取值，实测延熄时间为61秒。图中C1和C3是抗干扰电容。

三极管VT2为电容C4提供放电回路，当延熄结束后，VS1截止，220V的直流脉动电压通过电阻R1、R7加到VT2基极，VT2饱和导通，C4上电荷被快速释放，为再次的延熄做好准备。此触摸延熄开关所带负荷的大小由VS1和VD1～VD4二极管决定。VS1采用1A600V，VD1～VD5采用1N4007，对应灯泡功率在100W以内。VS2采用小型的MCR100–6。R1～R8电阻阻值分别为100k、2.2k、220k、1.5M、1.5M、2.2k、3.9k、39k，功率均为1/16W。C1、C3为瓷片电容，容量分别为0.1μ和0.01μ。C2、C4为电解电容，分别为4.7μ/25V和470μ/16V。所有电子元件成本约为1.47元。用此电路制作成的86型壁式开关见图6、7所示。

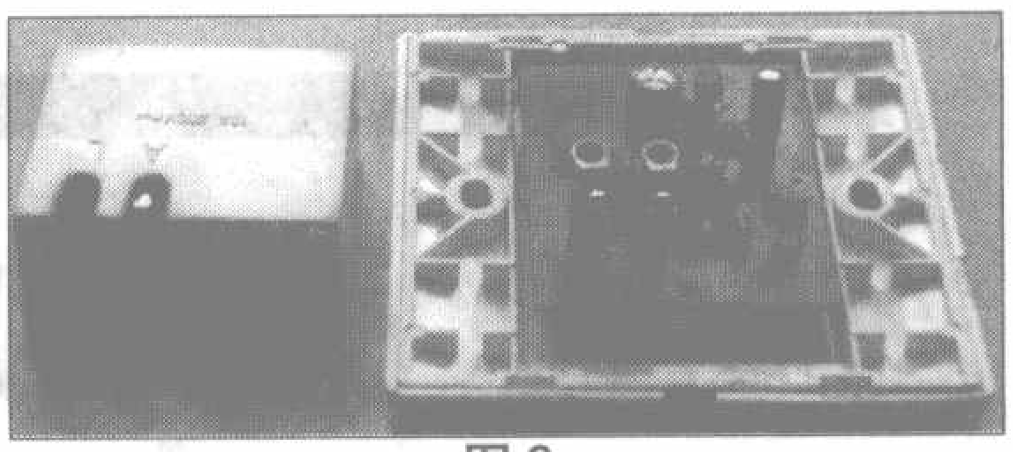


图6

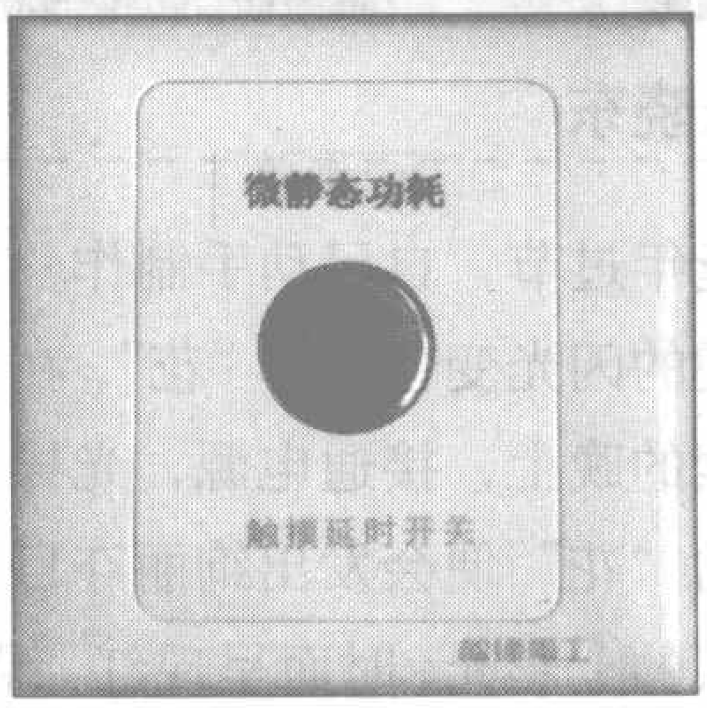


图7

三、无静态功耗触摸延熄开关

此触摸延熄开关没有任何静态功耗。电路如图8所示。由于在图中的R8处串联了一个耐压400V以上的小容量电容C5，平时没有任何静态电流。每次延熄过程中，此小容量电容通过R8、R9放电；延熄结束后，200多伏脉动直流电向此小容量电容快速充电。由于VT1、VT2导通后，C4上电压会快速降到0.6V左右，要把C5上不多的电荷放掉，对于所串联的此小容量电容只要几千皮法即可，图中C5为3900pF/500V。三极管VT1、VT2构成模拟单向晶闸管，一旦导通，就快速进入饱和状态，对应C2上的电荷快速被释放，结果VS1快速关断。由于采用了模拟单向晶闸管，触发电流极小，不到1μA，因此R3阻值可以取得很大，对应C4容量可以很小，让C4电荷放掉的R8支路电流也可相应降低。如果三极管VT3电流放大倍数大于50，C5容量还可减小。经实验，C5取2200pF，R8取3.3M，也能正常工作。图中R3取1.5M，C4取100μF，延熄时间实测68秒。所有电子元件成本约为1.58元。

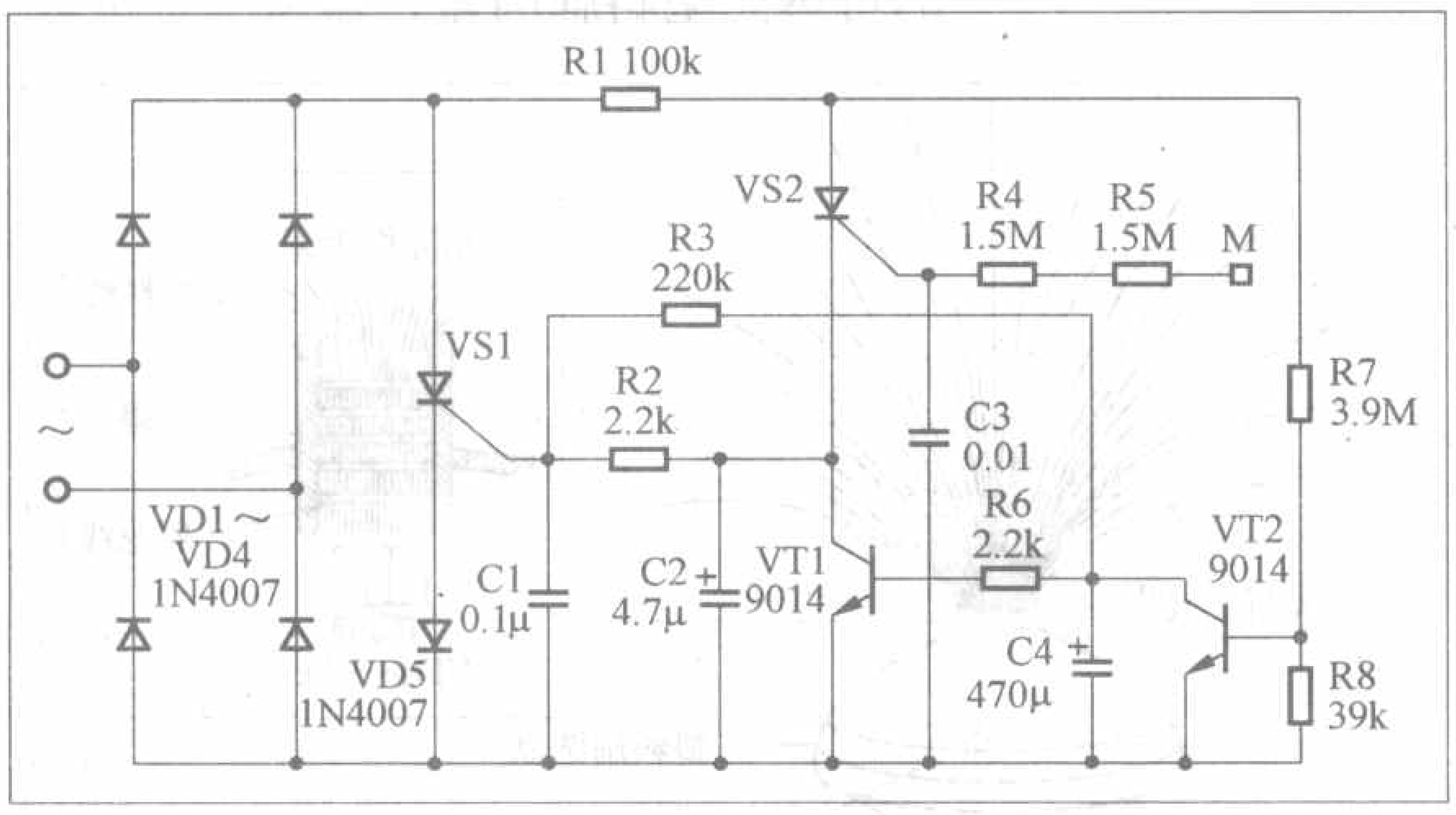


图5

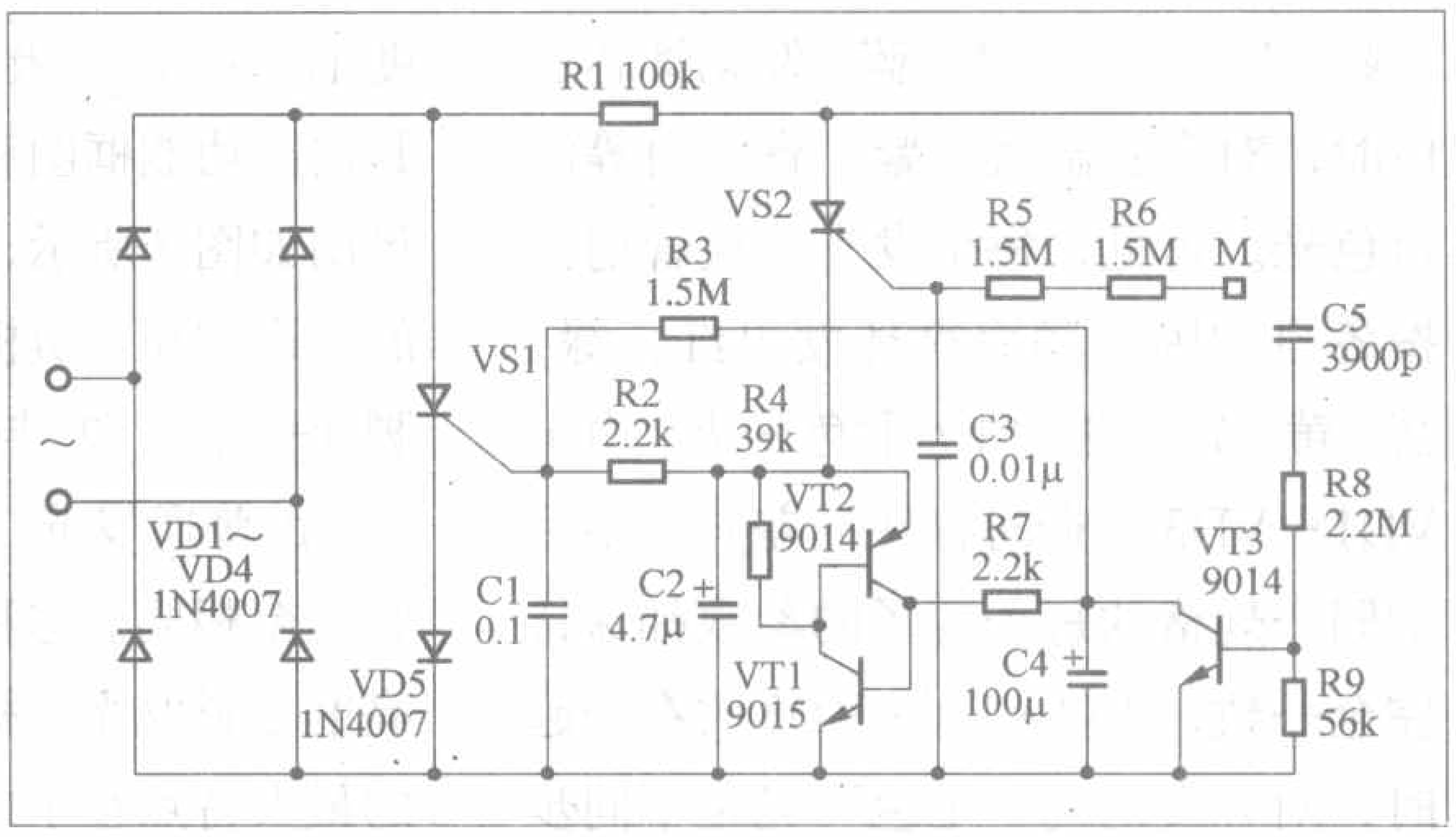


图8

奇妙变色光纤“花”

文/张晓东

逢年过节，自己动手制作一种新奇有趣的闪光变色光纤“花”，在全家人团聚的晚上，接通电源，光导纤维构成的“花”便会发出绚丽夺目、此起彼伏的七彩光，时而呈现红、绿、蓝等单色光，时而五颜六色交织替换，变幻莫测，可使居室充满浓郁的现代节日气氛！

一、工作原理

奇妙变色光纤“花”由变色发光电路和光导纤维制作成的特殊“花”构成。

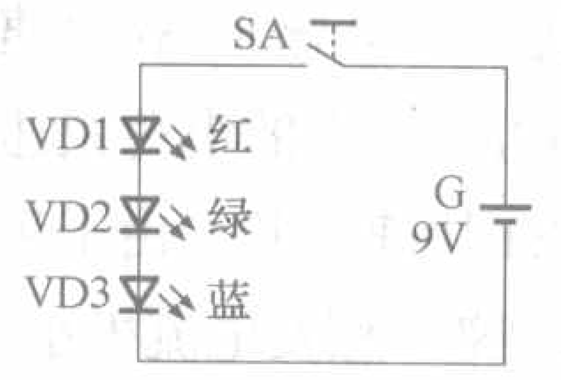


图1

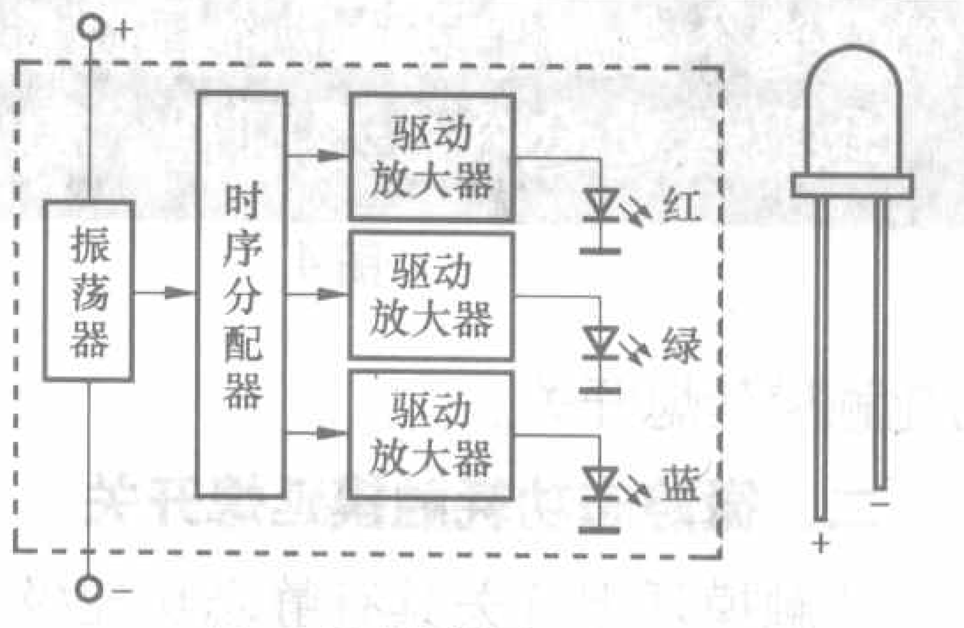
变色发光电路如图1所示。VD1～VD3系3只串联的新颖高亮度七彩发光二极管，SA为电源开关，G为干电池。VD1～VD3内部分别集成有高亮度红、绿、蓝“三基色”发光管芯和集成控制电路。闭合电源开关SA，VD1～VD3内部的集成控制电路便会控制各自的红、绿、蓝三个发光管芯循环组合发出闪光。当红、绿、蓝发光管芯分别通电时，对应发出红、绿、蓝单色光；当“红＋绿”、“红＋蓝”、“绿＋蓝”、“红＋绿＋蓝”发光管芯通电时，对应发出黄、紫、青、白等混合色光。可见，每个发光二极管均会按各自的闪光频率循环发出红、绿、蓝、黄、紫、青、白等七色光来。由于VD1～VD3制造时存在的差异，不可能同一规格的每个管子的参数都保持完全一致，所以VD1～VD3放在一起时，对外发出的“七色”光是不同步的，所产生的色光效果整体上来看是无规律和变化多端的，这就更给人以扑朔迷离、丰富多彩之“万花筒”般感觉。

光导纤维是一种特殊的塑料导光材料，它利用全反射原理使光线能够沿着光导纤维从一端传递到另一端。本制作中我们将成束的光导纤维一端扎紧，并将该端竖立放置在高亮度七彩发光二极管VD1～VD3的上方；另一端不扎，让光导纤维在空间竖立或依靠自身重量下垂，形成盛开的光纤“花”。当高亮度七彩发光二极管VD1～VD3通电工作时，所发出的七彩光线就会从光导纤维的扎紧端传递到光导纤维的散开端，不仅形成无数条光纤亮线，而且在其散开端面形成一个更亮的发光点。随着VD1～VD3发出色光的不断变化，光纤“花”就会放射出梦幻般的多变光彩来，给人整体上以多彩多态、美不胜收之感。

电路中，每只高亮度七彩发光二极管的工作电压范围为3V～4V，VD1～VD3串联后正好适合用一块9V层叠干电池直接供电。

二、元器件选择

VD1～VD3选用ϕ5mm新颖高亮度七彩发光二极管，其内部功能框图和外形图如图2所示，它的外形和正、负极引脚识别方法与ϕ5mm普通发光二极管完全相同。这种高亮度七彩发光二极管的最大特点在于内部封装有大规模集成控制电路和红、绿、蓝“三基色”发光管芯，是光电技术与半导体集成工艺相结合的新产品。当外加3V～4V直流电压时，内部振荡器便产生频率可自动变化（范围约为2～6Hz）的方波脉冲，经时序分配器和三路驱动放大器后，推动红、绿、蓝三个发光管芯按一定顺序搭配工作，对外发出不断循环变化的红、绿、蓝、黄、紫、青、白等七种颜色闪光。



(a) 内部功能框图　(b) 外形图

图2

G用6F22-9V型叠层干电池。SA用CKB-1型（1×2）小型拨动开关，亦可用KNX-2W1D型小型钮子开关来代替。

三、制作与使用

整个变色光纤“花”按照图3所示进行装配。选一只ϕ110mm×45mm的可透光塑料扁圆盒，盒顶中心位置

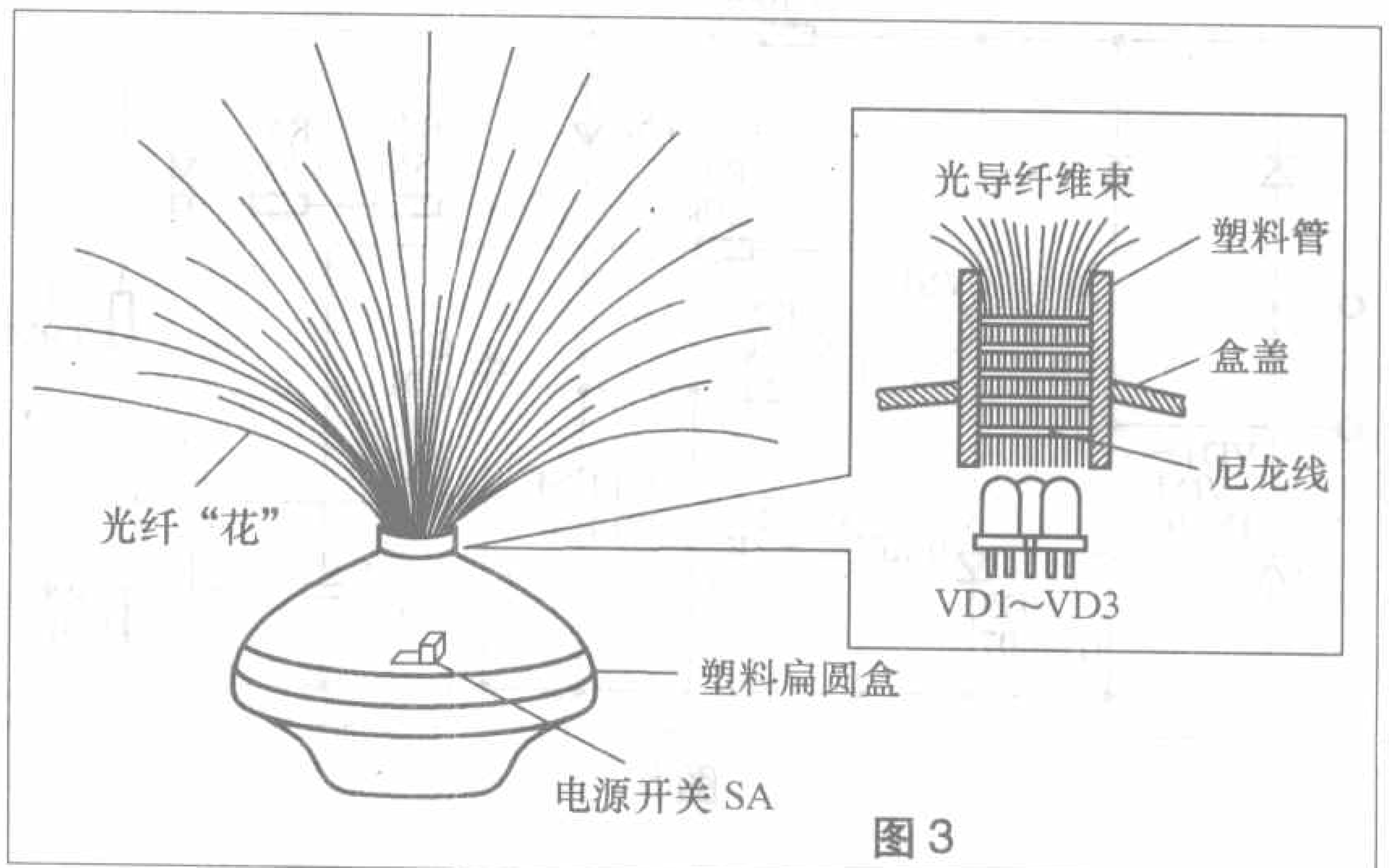


图3

2006年北京市中小学生电子技术竞赛圆满举行

文/本刊记者

一年一度的北京市中小学生电子技术竞赛于2006年11月26日在北京市宣武区青少年科技馆举行，此次竞赛共有251人参加，竞赛分为小学组、初中组、高中组，有理论笔试和现场制作2部分组成，此项传统科技竞赛项目深受青少年电子爱好者的喜爱并熟悉。成为青少年展示自己电子理论和实践水平最好的舞台。

此次中小学生电子技术竞赛由北京市学生活动管理中心主办，北京市无线电运动协会承办，以体现设计和创新为宗旨，讲究体现青少年理论与实际相结合的综合电子技术水平，真正做到提高青少年的动手能力和创新能力。北京市教委对此次竞赛十分重视，负责中小学生教育的甘北林处长亲临现场与学生、老师座谈。大家共同希望能为青少年创造一个好的学习电子知识，培养实践技能的环境。

后记：《无线电》杂志“初学者园地”的编辑参加了此次北京市中小学生电子技术竞赛。在比赛中看到很多学生手中拿着电烙铁，有的在冥思苦想，有的在静静地焊三极管，有的手头在比划着电路而选择最好的布线方式。他们都是因为出于对无线电的热爱而主动参加此次比赛的，这也得到了家长和老师的支持。虽然电脑、网络在飞速发展，但在这里突出的是一种实践、一种创新，我们希望以后在全国都能多组织一些好的有益于学生提高实践能力的机会，2007年第2期《无线电》杂志将公布此次中小学生电子技术竞赛的考题及其详细分析，我们希望能有越来越多的青少年投身到无线电的活动中去，从兴趣出发，培养青少年的实践能力和创新能力。我们在努力，也希望能够得到所有热爱无线电人的支持。

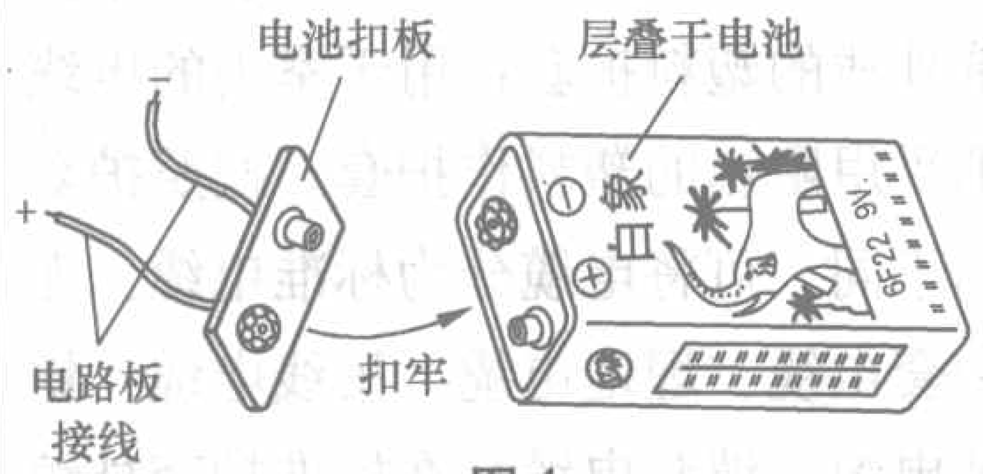


图4

开出 ϕ 20mm的圆孔，用强力胶粘贴一段长度为15mm、外径为20mm的塑料管，用于固定光导纤维束。盒内部正中朝光导纤维束固定口位置，固定高亮度七彩发光二极管VD1~VD3，其管帽顶朝上、三只管子呈等边三角形摆放（可用一小块胶木板固定发光二极管）。旁边空闲处放置电池G。盒面板适当位置还应开孔固定电源开关SA。由于电路比较简单，所以不需要另行制作印制电路板，直接用导线将VD1~VD3、SA和G正确串联起来便行。为了以后更换电池方便，电池G应通过带引线的电池扣板与电路接通。电池扣板可从废旧叠层干电池上拆取，并焊上引线即行。由于电池扣板与叠层干电池之间的接触扣是凹凸相扣，所以在电池扣板上，应是凹扣接电路正极引线，凸扣接电路负极引线。具体接线如图4所示，注意不要搞错。

本制作对光导纤维的要求不高，只要直径在0.3mm~0.6mm之间均能够使用，一般工厂的残次品或下脚料都能利用。光纤“花”的制作方法是：首先，用细尼龙线将光导纤维扎成（仅扎一端）ϕ 12mm × 180mm的束状，扎紧端直径加上细尼龙线约为17mm。然后，用强力胶将光导纤维束的扎紧端粘固在电路盒顶部事先所预留好的塑料管（内径约为17mm）内。光导纤维束总长度18cm，可将其中一小部分的光导纤维剪短为16cm，将其中一小部分的光导纤维剪短为11cm，以使散开的光纤“花”富有层次感。光导纤维束宜采用最少两种直径的光导纤维，以使散开的光纤有直立的（较粗的光导纤维）、有弯曲不一的（较细的光导纤维），整个“花”形饱满均匀。这样，一个精致漂亮的变色光纤“花”就算是完工了。

制作时注意：电路盒宜选用可透光的塑料扁圆盒，以便光纤“花”发变色光时，电路盒同步发光，增强整体观赏效果。光导纤维束如果采用了较粗的一种光导纤维，为了使光纤“花”散开、弯曲，可用家里的电热吹风机将其定形到所要求的弯曲度。光导纤维的头部要用尖嘴钳子夹一下，使其呈乳白色状，以增大端头发光点面积，作到“星光灿烂”。

当夜幕降临时，闭合电源开关SA，光纤“花”便华光四射，此起彼伏、绚丽多彩，令人目不暇接！整个电路用电比较节省，实测工作时总电流最大超不过20mA。当闪烁光变暗、变慢时，说明电池电能不足，应更换新的同规格干电池。

有线电视室内布线讲座（上）

有线电视布线器材

文/柳 深

有线电视通常是由专业人员安装维护，但一些用户在家庭装修或新建房屋布线时，通常需要把电力照明与有线电视一起布线，由于用户及一般电工缺乏有线电视布线的专业知识，往往选用廉价低质同轴电缆及其他材料，或者与电力线混在一起埋设，这样家庭装修或新房建成后，有线电视信号会受到严重干扰，给维护人员带来困难。为了帮助电工熟悉和掌握有线电视室内布线的基础知识，本文首先介绍有线电视布线器材。

一、有线电视信号的特点

有线电视是指利用射频电缆、光缆、多路微波或其组合来传输、分配和交换声音、图像及数据信号的电视系统。

有线电视信号由宽带高频电视信号和综合数据信号混合组成。在有线电视系统中既能传输模拟电视信号，又能传输数字电视信号，还能传输各种数据信息。它的频带宽度可高达1GHz，这是有线电视系统的一大优势。

模拟高频电视信号是把带宽为6MHz的视频信号（即全电视信号，包括亮度信号、色度信号、消隐信号、同步信号、槽脉冲、均衡脉冲等）采用残留边带调幅的方式调制到图像载频上，把伴音信号采用调频的方式调制到伴音载频上，伴音载频比图像载频高6.5MHz，两个相邻频道的图像载频一般相隔8MHz。

有线数字电视信号是将模拟视音频信号与辅助数据经过数字化处理后，再进行信源编码（压缩编码）、信道编码（纠错编码）以及多路复用形成数字电视传输码流。传输码流中不仅有多套电视节目的视音频数据，还有区分每套电视节目的辅助信息。模拟电视靠转换频道收看不同的电视节目，而数字电视是靠传输码流中的辅助信息来识别内容不同的电视节目。若传输码流在传输过程中丢失或发生错误，用户就收看不到被丢失的节目内容。传输码流是采用QAM（正交幅度调制）将数字电视信号调制在高频载波上，这种调制方式与模拟电视中的调幅、调频与调相不同，它的载波既调幅又调相，一旦高频载波在传输过程中相位或幅度发生改变均可造成数据丢失，因此数字电视对室内布线要求更严。

二、同轴电缆

1.同轴电缆的结构

同轴电缆由内导体、外导体、绝缘介质和防护套四部分组成，如图1所示。

内导体的任务是传输高频电流。由于高频电流在导体中流过时存在趋肤效应，即只沿导体表面流过，在导体内部没有电流。因而内导体可做成空心金属管或采用铜包铝、铜包钢材料制成，一般内导体由实心铜导线制成。

外导体除了传输高频电流外，还承担着屏蔽外界电磁干扰、防止电视信号外泄的作用。外导体除了电阻要小以外，还应有较好的密封性能。外导体可以采用密编铜网，也可采用铝塑复合膜加疏编铜网，铜网要用镀锌铜丝编织，也有采用合金铝线编织的。

图1

绝缘介质的作用是阻止沿径向的漏电电流，同时也要对内外导体起支撑作用，使整个电缆构成稳定的整体。绝缘介质的介电常数越小，电缆的衰减量和温度系数（温度升高1℃时电缆衰减量增加的百分数）也越小。

防护套用塑料做成，用以增强电缆的抗磨损、抗机械损伤、抗化学腐蚀的能力，对电缆起保护作用。用于室外的干线和支线电缆，一般采用抗紫外线的塑料护套；用于室内的电缆则采用阻燃的塑料作护套。按照护套的不同，可将电缆分为标准电缆、无护套电缆、埋地电缆、吊线电缆、铠装电缆。铠装电缆是在标准护套外缠绕一层钢带后再加一层护套，以增强电缆的防化学腐蚀、机械损伤和动物啃咬的性能。

今后在有线电视网中开展多功能业务，这对同轴电缆的质量提出了新的要求，即电缆的传输带宽从常规电缆的50MHz～800MHz带宽下延至5MHz，上延至大于1000MHz。电缆的屏蔽能力从传统的60dB以上，提高到90dB以上。反射损耗要达到26dB或30dB以上。特性阻抗从（75±3)Ω提高到（75±2)Ω。还有衰减的稳定性和电容的稳定性。因为同轴电缆的屏蔽性能不好，将使外部噪声侵入，同轴电缆特性阻抗不好，将产生多径反

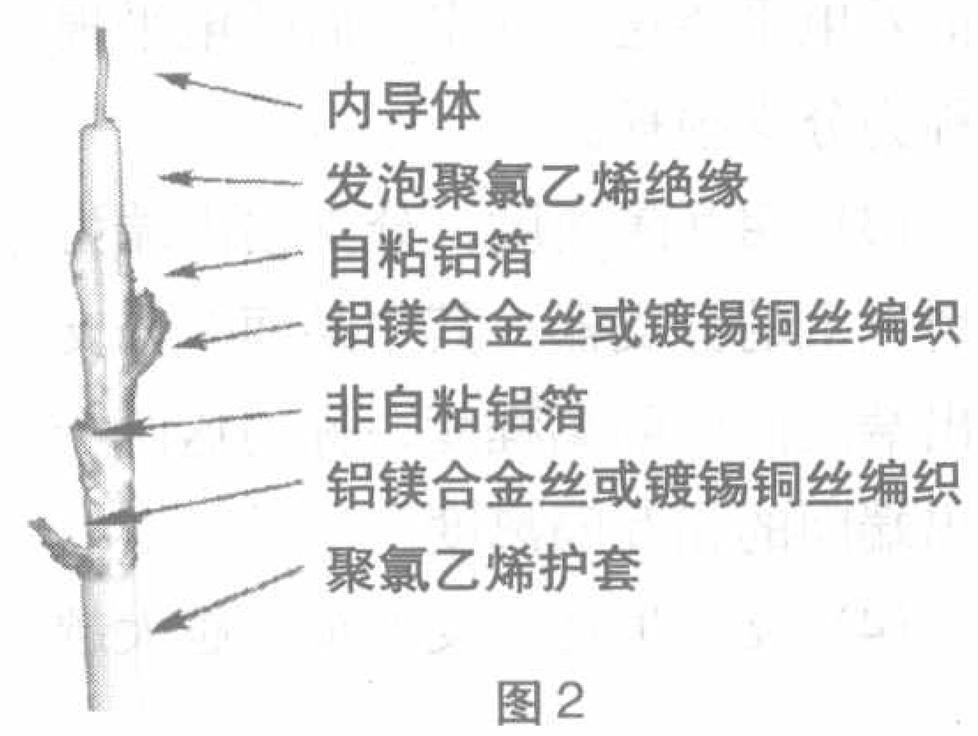


图2

射，使传输信号形成驻波。反射将引起数据信号抖动，严重时数据的误码率急剧增加，系统将出现混乱。因此，在有线电视网络中进行高速数据传输应选用高屏蔽的四屏蔽同轴电缆，其他无源器件的隔离度在20dB以上，输入、输出都是75Ω的双向传输产品。

四屏蔽同轴电缆的屏蔽材料由内向外分别采用自粘单面铝箔＋编织网＋双面铝箔＋编织网，四屏蔽比双屏蔽同轴电缆多了两层屏蔽。其结构如图2所示。

2.同轴电缆主要特性

（1）特性阻抗。同轴电缆的特性阻抗取决于内外导体的直径和内外导体间绝缘材料介电常数。常用电缆的特性阻抗有75Ω和50Ω两种。有线电视系统中都采用损耗最小的75Ω电缆。

实际使用的电缆，由于工艺水平的限制，不可能严格等于75Ω，而且各段电缆的特性阻抗并非完全相等。选用电缆时应注意选择特性阻抗均匀，尽可能接近75Ω的电缆。否则会造成阻抗失配。阻抗失配严重时，会引起多重反射，造成重影和失真。

（2）衰减特性。电缆在传输信号过程中会对其产生衰减作用。衰减是由导体损耗和介质损耗两部分组成，由于导体损耗的增加与频率的平方根成正比，介质损耗的增加与频率成正比，所以随着频率的升高，总损耗将增大。在有线电视所传输的频率范围内，介质损耗约小于10%。表1是常用同轴电缆的部分参数。

（3）温度特性。电缆的损耗不但与工作频率有关，而且还随着使用环境温度的不同而变化。温度升高时损耗增加，一般电缆的温度系数为0.2%/℃，即当温度变化1℃时，电缆的衰减量一般有0.2%的变化。如炎热夏天白天最高气温为+40℃，寒冷冬天夜间最低气温为−10℃，这样同一根电缆夏天与冬天的温度差为50℃，则电缆的衰减量变化为50℃×0.2%/℃＝10%。如果一根同轴电缆干线全程衰减量为180dB，则夏天的衰减量比冬天的衰减量多18dB。

3.同轴电缆的连接

同轴电缆与同轴电缆或同轴电缆与器件连接通常有F型连接器。在室内布线主要采用电缆芯线代替F型接头插针。这种连接方法比较简单，大多数是75−5型电缆或75−7型电缆的芯线代替F型接头插针（室内布线主要采用75−5型或75−7型电缆）。F型接头按电缆不同，分75−5型与75−7型F接头。但是，芯线本身无涂敷，在安装初期接触良好，但时间长了，金属氧化锈蚀会使金属表面电阻增大，由于高频的趋肤效应，导致高频信号损耗增大，所以，最好是芯线接头处镀锡。同时，要注意外导体即屏蔽网

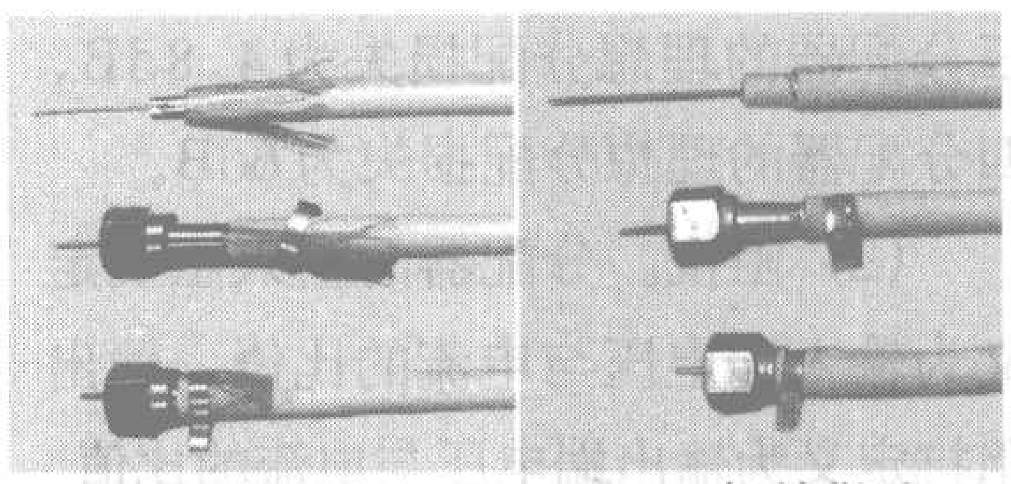

a 正确的做法　　b 一般的做法

图3

与F头的连接方式。正确的做法是先将屏蔽网翻包在护套外，再把F头尾部伸进铝塑复合膜与屏蔽网之间，然后，用平口钳将金属套箍夹紧，如图3(a)所示，图3(b)是一般的做法。

目前一些电工不熟悉同轴电缆的特性与连接方法，将电力线的连接方法用在同轴电缆的连接上，虽然内导体与内导体绞接，外导体与外导体绞接（有的外导体没有绞接）信号能通过，但这样做相当两根同轴电缆并接，破坏了同轴电缆的特性阻抗，如图4所示。因此同轴电缆连接时，一定要使用F型连接器。两根同轴电缆需要连接时，应使用专用的对接头（或称直通接头），如图5所示；同轴电缆需要连接支线或分出用户线时，一定要使用分支、分配器。

三、分配器

在有线电视系统中是采用分配器和分支器把一路信号分成多路信号传输给不同的用户。分配器是将一个输入口的信号大体均匀地分配到两个或多个输出口的装置。常用的有二分配器、三分配器和四分配器。

分配器有一个输入口和若干个输出口，分配器的主要技术参数有：

（1）分配损耗。分配损耗又称分配损失，是指在各输出端良好匹配的情况下，传输信号在输入端与输出端的电平之差。用分贝（dB）表示。

二分配器的理想分配损失为3dB，

表1 常用同轴电缆的部分参数

电缆型号	内导体(mm)	绝缘外径(mm)	外导体(mm)	护套外径(mm)	衰减量(dB/100m)		
					50MHz	300NHz	550MHz
SYPFV(Y)−75−7	1.6	7.25		10.3	3.0	7.8	11.0
SYPFV(Y)−75−5	1.0	4.8		7.0	4.6	11.5	16.8
7C−FB	1.60	6.8	7.4	9.2	3.0	7.4	10.4
5C−FB	1.0	4.8	5.4	6.8	4.4	11.2	15.6
SYPFV−75−5−2P	1.02	4.57	5.8	7.4	5.25	11.7	16.1
SYPFV−75−7−2P	1.63	7.11	8.7	10.5	3.15	7.36	9.97
RG6	1.02	4.57	6.13	7.54	5.25	12.14	16.70
RG11	1.63	7.11	8.67	10.34	3.38	7.97	11.02

注：表内数据由生产厂方产品介绍提供，后4种产品为四屏蔽电缆，50MHz的衰减量应为55MHz的衰减量。

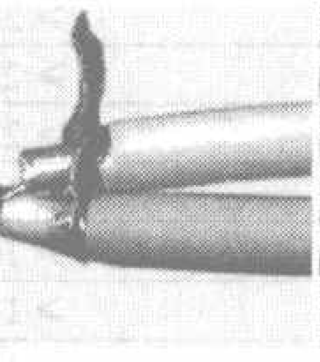


图4

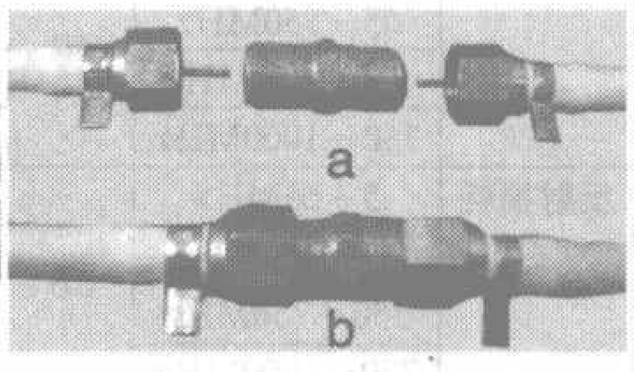


图5

三分配器的理想分配损失为4.8dB，四分配器的理想分配损失为6dB。

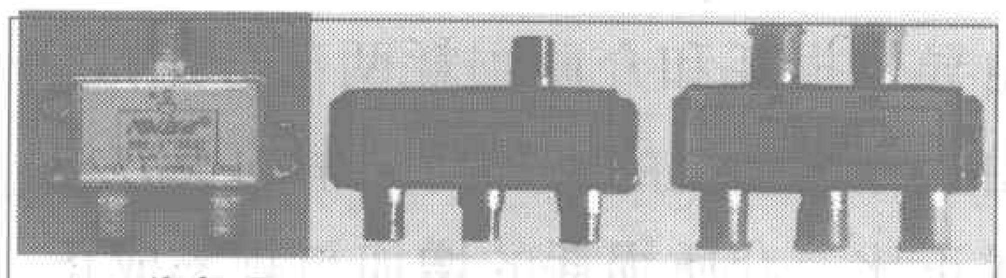
(2) 阻抗。分配器的输入阻抗定义为输入端电压与电流的比值，输出阻抗定义为输出端电压与电流的比值。为了与电缆等匹配，分配器的输入阻抗和输出阻抗都是75Ω。

(3) 相互隔离度(分配隔离度)。在指定频率范围内，从某输出端加入一个测试信号，其电平与其他输出端的输出电平之差称为该分配器的相互隔离度。一个分配器的相互隔离度越大，各输出口之间的相互干扰就越小。按广电行标GY/T106—1999的要求，分配器的相互隔离度至少应在22dB以上，邻频传输时要求更高，应达到30dB以上。

(4) 驻波比与反射损耗。驻波比与反射损耗表示分配器与前后电缆阻抗匹配的程度。实际上不可能完全实现阻抗匹配，驻波比一般在1.1～1.7之间，对应的反射损耗为13dB～26dB。对于隔频传输系统，反射损耗大于12dB即可，对于邻频传输系统，则应大于16dB以上才行。否则信号来回反射，不仅会出现重影，还能造成各频道电平不均匀，使非线性失真加大。

(5) 频率特性。频率特性是描述分配损失等参数随频率变化的情况。在使用频率范围内，要求各参数的变化尽可能越小越好。

通用型分配器的性能参数如表2所示。



a 二分频器　b 三分频器　c 四分频器

图6

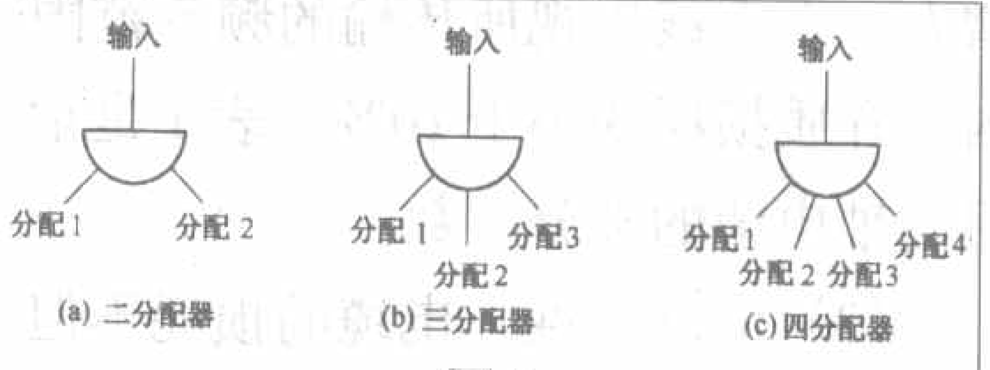


图7

图6是分配器的实物图。不同类型分配器的符号如图7所示。

四、分支器

分支器跟分配器不同，它不是把信号分成相等的几路输出，而是从信号中分出一部分能量送到支路上或送给用户，分出的这部分比较小，主要输出部分仍占输入信号的大部分。分支器通常串接在分支线上，由一个主路输入端、一个主路输出端以及若干个分支输出端构成。

分支器中信号传输具有方向性，即只能由主路输入端向分支输出端传送信号，而不能反过来由主路输出端向分支输出端传送信号，因而常把分支器称为定向耦合器。

分支器的主要技术参数有：

(1) 插入损耗。信号自主输入端流入到主输出端后损失的那一部分电平，用分贝（dB）表示。

(2) 分支损耗。分支器主输入端的信号电平传送到分支端后的电平损失称为分支损耗。

(3) 相互隔离度。分支输出端为两个以上的分支器，其中某两个分支输出端之间的隔离程度，称为这两个输出端间的相互隔离度。

(4) 反射损耗。反射损耗越大越好。

(5) 反向隔离。表示分支端与主输出端隔离的程度。

(6) 带内平坦度。由于很多分支器用在干线或者支线上，为了改善整个系统的平坦度，要求分支器的平坦度在±0.5dB内。

通用型部分分支器的性能参数如表3所示。

由表3可知：分支损耗越大，则插入损耗越小。反之，分支损耗越小，则插入损耗越大。另外，分支路数多，插入损耗大。分支路数少，插入损耗小。图8是分支器的实物图。不同类型分支器的符号如图9所示。

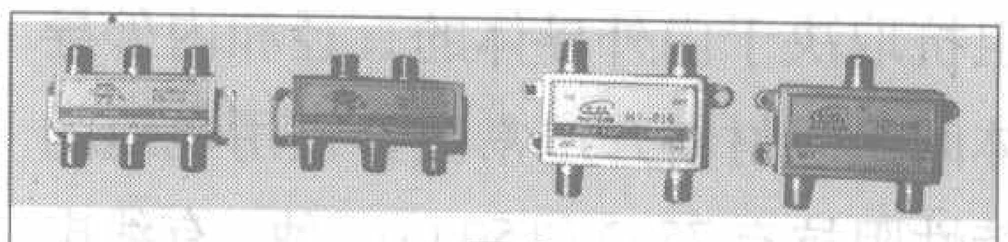


图8

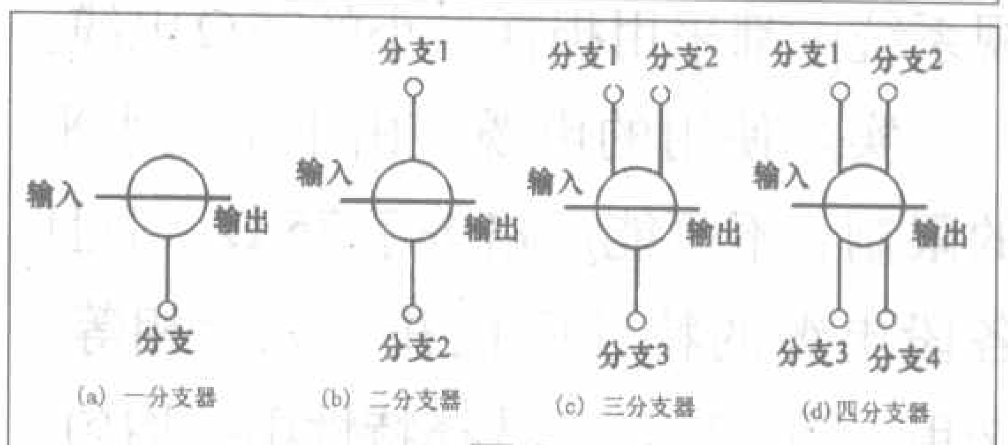


图9

表2 通用型分配器的性能参数

项目		单位	性能参数		
			二分配器	三分配器	四分配器
分配损耗	5～65MHz	dB	≤4.2	≤6.3	≤8.0
	65～550MHz		≤3.7	≤5.8	≤7.5
	550～750MHz		≤4.0	≤6.5	≤8.0
	750～1000MHz		≤4.5	≤7.0	≤8.5
相互隔离	5～65MHz	dB	≥22		
	65～550MHz		≥25		
	550～750MHz		≥22		
	750～1000MHz		≥22		
反射损耗	5～65MHz	dB	≥14		
	65～550MHz		≥16		
	550～750MHz		≥14		
	750～1000MHz		≥14		
屏蔽衰减		dB	≥100		

表3 通用型部分分支器的性能参数

项目		单位	性能参数						
			一分支器		二分支器		三分支器		四分支器
分支损耗	标称值	dB	8	10	10	12	12	16	16
	允许偏差		±1.5						
插入损耗	5～65MHz	dB	≤2.5	≤2.2	≤3.3	≤2.5	≤3.2	≤1.8	≤2.5
	65～550MHz		≤2.0	≤1.8	≤3.3	≤2.5	≤3.5	≤2.0	≤2.5
	550～750MHz		≤2.2	≤2.0	≤3.7	≤2.9	≤3.5	≤2.0	≤2.8
	750～1000MHz		≤2.5	≤2.2	≤3.7	≤2.9	≤3.8	≤2.5	≤3.0
反向隔离	5～65MHz	dB	≥20	≥22	≥22	≥22	≥25	≥29	≥30
	65～550MHz		≥22	≥22	≥22	≥22	≥23	≥27	≥30
	550～750MHz		≥22	≥22	≥20	≥20	≥23	≥27	≥26
	750～1000MHz		≥20	≥20	≥20	≥20	≥21	≥25	≥24
相互隔离	5～65MHz	dB	—		≥22		≥22		≥22
	65～550MHz		—		≥30		≥28		≥30
	550～750MHz		—		≥25		≥25		≥25
	750～1000MHz		—		≥22		≥22		≥22
反射损耗	5～65MHz	dB	≥14		≥14		≥14		≥14
	65～550MHz		≥16		≥16		≥16		≥16
	550～750MHz		≥14		≥14		≥14		≥14
	750～1000MHz		≥14		≥14		≥14		≥14
屏蔽衰减		dB	≥100						

小制作点点通

教你看懂电路图

文/莫 恩

编者的话： 初学者朋友们，在新的一年开始的时候，初学者园地的新专栏“小制作点点通”和大家见面了。“小制作点点通”专栏的宗旨，是帮助大家尽快掌握电子小制作的基础知识和基本技能，在实践中学，在学习中做，在动手中出成果。为此，我们组织了一组文章，逐步教你看懂电路图，学会设计和制作电路板，学会使用电烙铁和万用表，并在具体小制作的过程中，教你学会元器件的选用、代换和自制、制作工艺和电路调试等技巧，使广大初学者朋友通过点点积累，循序渐进，通达电子技术的殿堂。

电子技术爱好者都喜欢搞一些电子小制作，既可在实践中提高自己的技术水平和动手能力，又可取得实实在在的成果。当我们确定了一个小制作项目后，首先要看懂它的电路图，这是进行小制作的前提。

一、什么是电路图

电路图又称作电路原理图，是一种反映电子设备中各元器件的电气连接情况的图纸。电路图由一些抽象的符号、按照一定的规则构成。通过对电路图的分析和研究，我们就可以了解电子设备的电路结构和工作原理。因此，看懂电路图是学习电子技术的一项重要内容，是进行电子制作或维修的前提。

二、电路图由哪些要素构成

一张完整的电路图是由若干要素构成的，这些要素主要包括图形符号、文字符号、连线以及注释性字符等。下面我们通过图1所示无线话筒电路图的例子，作进一步的说明。

1. 图形符号

图形符号是构成电路图的主体。图1无线话筒电路图中，各种图形符号代表了组成无线话筒的各个元器件。例如小长方形“─□─”表示电阻器，两道短杠“─┤├─”表示电容器，连续的半圆形“_⌒⌒⌒_”表示电感器等。各个元器件图形符号之间用连线连接起来，就可以反映出无线话筒的电路结构，即构成了无线话筒的电路图。

2. 文字符号

文字符号是构成电路图的重要组成部分。为了进一步强调图形符号的性质，同时也为了分析、理解和阐述电路图的方便，在各个元器件的图形符号旁，标注有该元器件的文字符号。例如“R”表示电阻器，“C”表示电容器，“L”表示电感器，“VT”表示晶体管，“IC”表示集成电路等。

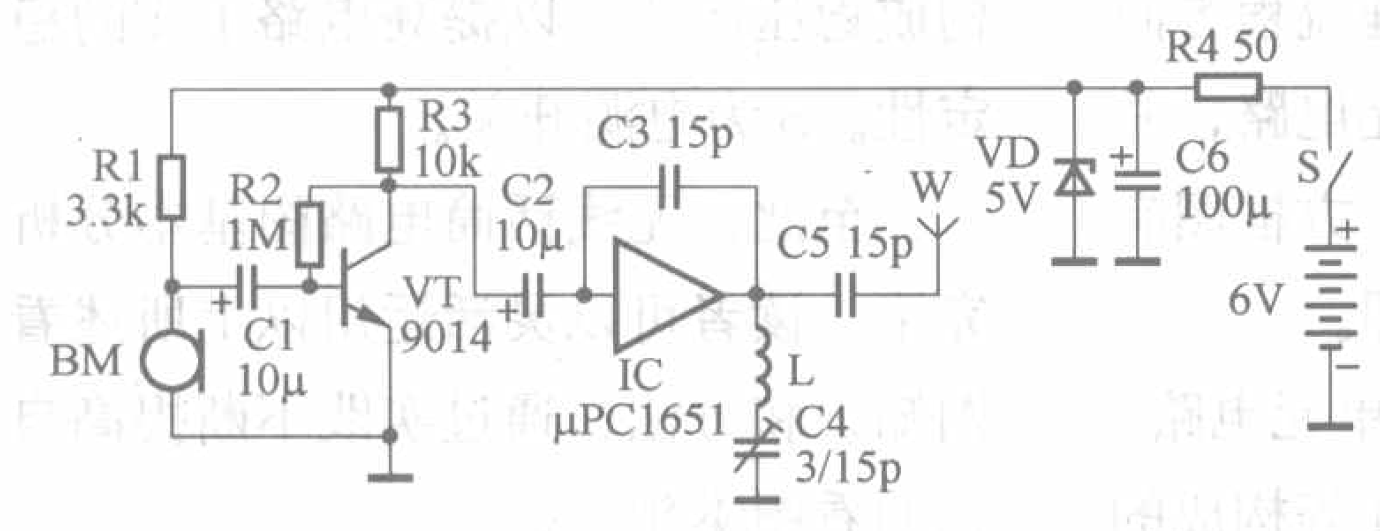


图 1

常用元器件的图形符号和文字符号见附表（本期配刊光盘）。

3. 注释性字符

注释性字符也是构成电路图的重要组成部分，用来说明元器件的数值大小或者具体型号。例如图1中，通过注释性字符我们即可知道，电阻器R1的数值为3.3kΩ，电容器C1的数值为10μF，晶体管VT的型号为9014，集成电路IC的型号为μPC1651等。

三、电路图的画法规则

除了规定统一的图形符号和文字符号外，电路图还遵循一定的画法规则。了解并掌握电路图的一般画法规则，对于看懂电路图是必不可少的。

1. 电路图的信号处理流程方向

电路图中信号处理流程的方向一般为从左到右，即将先后对信号进行处理的各个单元电路，按照从左到右的方向排列，这是最常见的排列形式。例如图1所示无线话筒电路图，从左到右依次为话音信号接收（BM）、音频放大（VT）、高频振荡与调制（IC）等单元电路。

2. 连接导线

元器件之间的连接导线在电路图

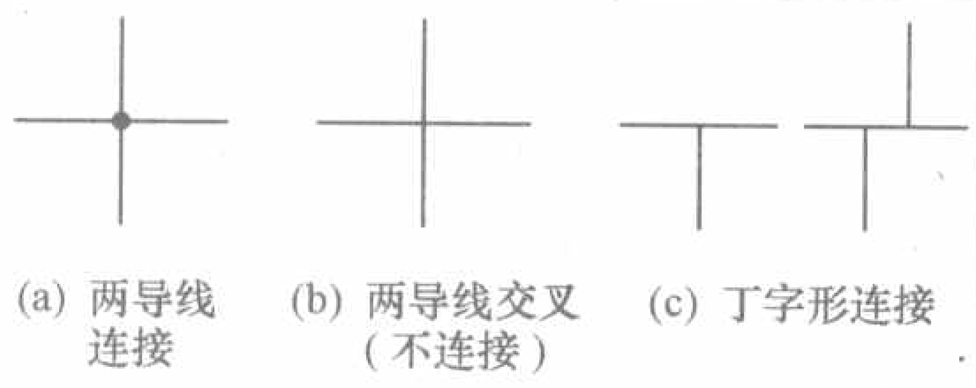


图2

中用实线表示。导线的连接与交叉如图2所示，图2（a）横竖两导线交点处画有一圆点，表示两导线连接在一起。图2（b）两导线交点处无圆点，表示两导线交叉而不连接。导线的丁字形连接如图2（c）所示。

3. 电源线与地线

电路图中通常将电源引线安排在元器件的上方，将地线安排在元器件的下方，如图3（a）所示。有的电路图中不将所有地线连在一起，而代之以一个个孤立的接地符号，如图3（b）所示，应理解为所有地线符号是连接在一起的。

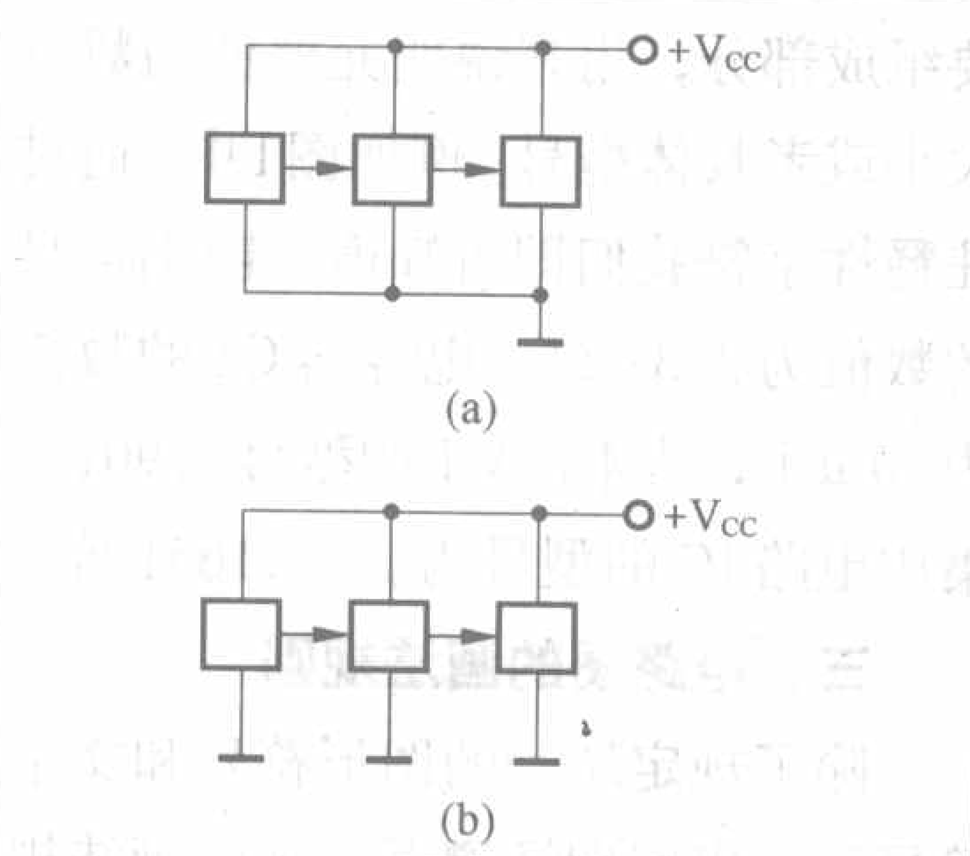


图3

通常电路图中不画出集成运放以及数字集成电路的电源引线，因为这不影响分析电路功能，但分析电源电路和实际制作时不能忘记其电源引线。例如图1中的集成电路IC，实际制作

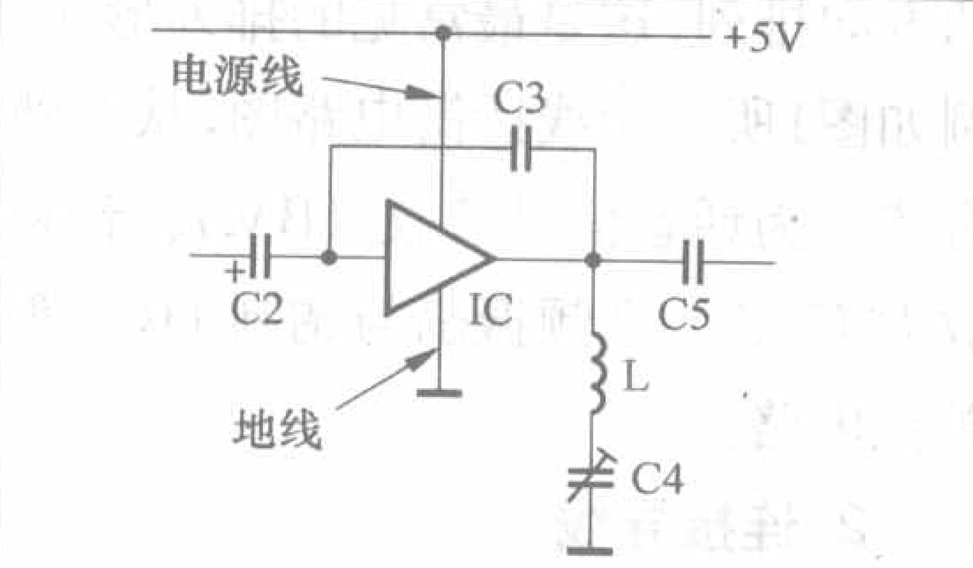


图4

时应按图4所示连接电源线和地线。

4. 集成电路的画法

集成电路内部电路一般都很复杂，包含若干个单元电路和许多元件，但在电路图中通常只将集成电路作为一个元器件来看待，因此，几乎所有电路图中都不画出集成电路的内部电路，而是以一个矩形或三角形的框图表示之。

集成放大器、电压比较器等习惯上用三角形框图表示，其他集成电路习惯上用矩形框图表示，如图5所示。其左侧为输入端，右侧为输出端。

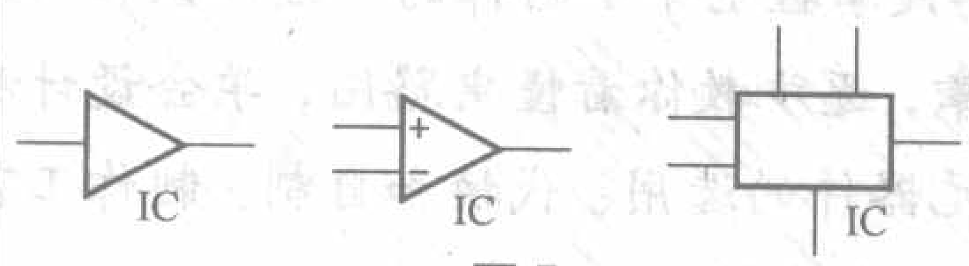


图5

四、看电路图的方法与步骤

掌握了以上的基础知识，就可以对电路图进行完整的分析了。下面我们以图1所示无线话筒电路图为例，介绍看电路图的基本方法与步骤。

1. 判断信号处理流程方向

根据电路图的整体功能，找出整个电路图的总输入端和总输出端，即可判断出电路图的信号处理流程方向。无线话筒的功能是将话音信号调制到高频信号上发射出去，图1电路图中，话筒BM为总输入端，天线W为总输出端。从总输入端到总输出端即为信号处理流程方向，图1为从左到右的方向依次排列。

2. 划分单元电路

一般来讲，晶体管、集成电路等是各单元电路的核心元器件。因此，我们可以以晶体管或集成电路等主要元器件为标志，按照信号处理流程方向将电路图分解为若干个单元电路，并据此画出电路原理方框图。方框图有助于我们掌握和分析电路图。

图1电路可分解为3个单元电路：

（1）由驻极体话筒BM等构成的话音信号接收电路，其功能是将话音信号转换为电信号。

（2）由晶体管VT等构成的音频放大电路，其功能是对BM输出的音频信号进行放大。

（3）由集成电路IC等构成的高频振荡与调制电路，其功能是产生高频载频信号并完成调频调制。

图6所示为无线话筒电路原理方框图。

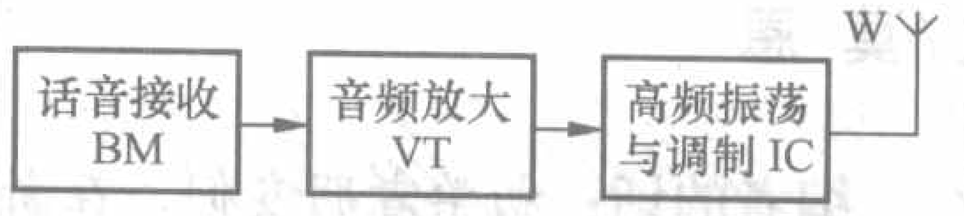


图6

3. 分析电路工作过程

通过以上两步分析，我们对无线话筒电路已有基本的了解，即可对照图1电路图和图6方框图，对无线话筒电路原理作系统的分析。

电路工作过程如下：话音信号被驻极体话筒BM接收转换为电信号后，通过耦合电容C1输入到晶体管VT基极。R1为BM的负载电阻。晶体管VT等构成电压放大器，将C1耦合过来的音频信号放大后，经C2耦合输出。R2为基极电阻，R3为集电极电阻。集成电路IC等构成高频振荡器，振荡频率由L、C4串联谐振回路决定，C4是微调电容，用于调节振荡频率。C3为反馈电容。C2耦合过来的音频信号对高频振荡信号进行频率调制，调频信号经C5耦合至天线W发射出去。

4. 分析直流供电电路

电路图中通常将电源安排在右侧，直流供电电路按照从右到左的方向排列。图1中，整机电路的直流工作电源是6V电池，R4、C6和稳压二极管VD构成稳压电路，以提高电路工作的稳定性。S为电源开关。

至此，无线话筒电路图基本分析完毕。读者可以灵活运用以上所述看图知识和方法，通过实践不断提高自己的看图本领。

关于放大器反馈类型判定的又一方法

文/李德生

在《电子技术基础》教材中介绍反馈类型的判定时，通常是将输出端短路，若反馈信号消失为电压反馈，反之为电流反馈。采用将输入端短路，若反馈信号消失为并联反馈，反之为串联反馈。这种方法理论可行，但部分学生却不易理解。经笔者多年的教学实践，总结出一种通用的判断方法，学生比较容易掌握，并且能实现知识的迁移。采用该方法的具体步骤为：

1.判断放大器是何种组态？明确其信号输入端是哪个电极，信号输出端是哪个电极。对于各种组态的信号输入、输出端分别对应哪个电极可用下表表示：

信号端＼组态	共发射极	共集电极	共基极
输入端	基极（B）	基极（B）	发射极（E）
输出端	集电极（C）	发射极（E）	集电极（C）

2.从交流通路看，凡是反馈信号从放大器的输出端取样则为电压反馈，否则为电流反馈。

3.从交流通路看，凡是反馈信号联接于放大器的输入端则为并联反馈，否则为串联反馈。

下面以几个例题说明该方法的使用。

例1.在图1中判断反馈元件R_f的反馈类型。

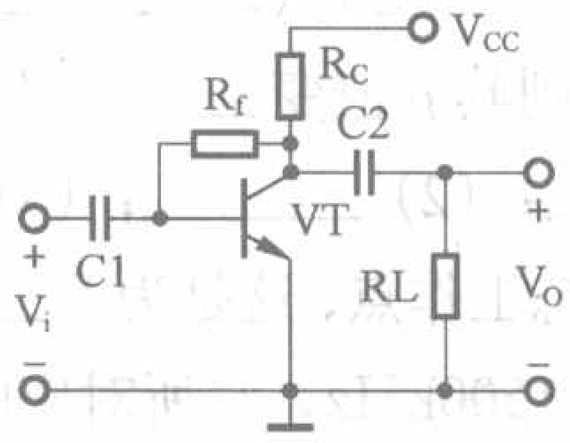


图1

解：图中晶体管VT组成共发射极接法，基极为信号输入端，集电极为信号输出端。图中R_f一端接在输入回路，另一端接在输出回路，所以R_f为本级反馈元件。从输出回路看，反馈元件接在VT的集电极上(信号输出端)，所以为电压反馈。从输入回路看，反馈元件R_f接在V的基极（信号输入端），所以为并联反馈。综上所述，该电路的反馈类型为电压并联负反馈。

例2.在图2中判断反馈元件R_f、C_f的反馈类型。

解：图2所示为两级放大器，VT1、VT2均为共发射极组态，基极为其信号输入端，集电极为其信号输出端。从输出回路看，级间反馈元件R_f、C_f连

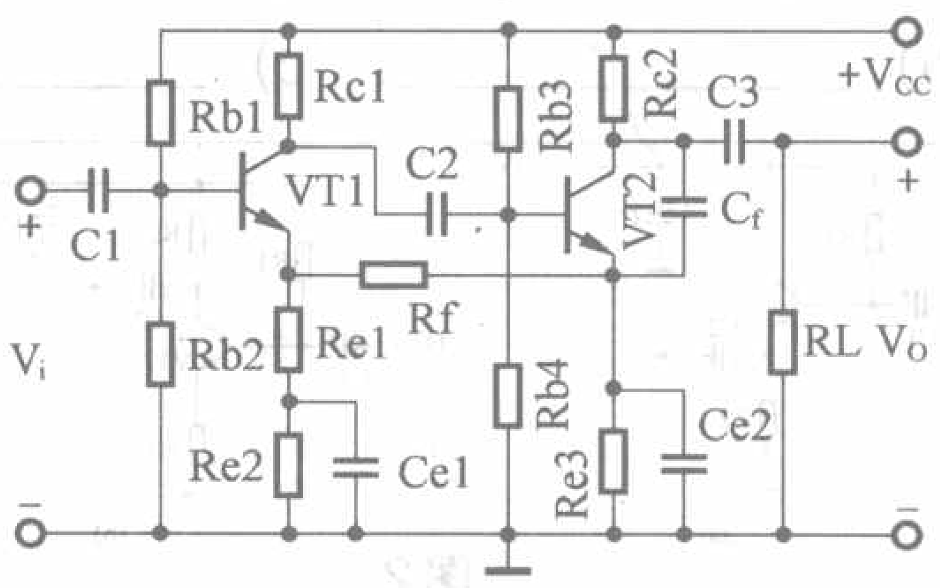


图2

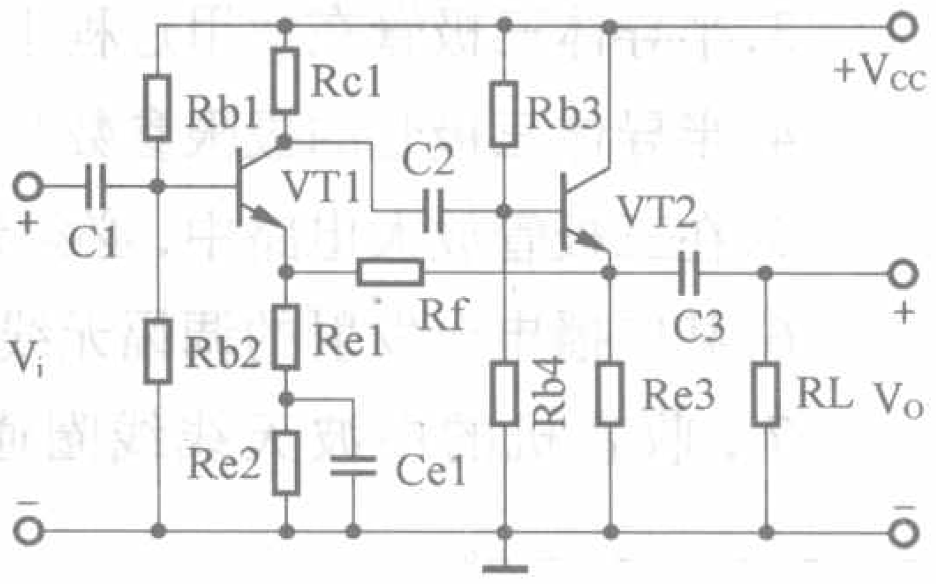


图3

在VT2的集电极（信号输出端）上，所以为电压反馈。从输入回路看，反馈元件R_f、C_f连在VT1的发射极（非信号输入端），所以为串联反馈。综上所述，该电路的反馈类型为电压串联反馈。

例3.在图3中判断反馈元件R_f的反馈类型。

解：VT1管组成共发射极放大器，基极为其信号输入端，集电极为其信号输出端；VT2管组成共集电极放大器，基极为其信号输入端，发射极为其信号输出端。从输出回路看，反馈元件Rf接在VT2的发射极（信号输出端），所以为电压反馈；从输入回路看，反馈元件接在VT1的发射极（非信号输入端），所以为串联反馈。综上所述，该电路的反馈类型为电压串联反馈。

2006年北京市中小学生电子技术竞赛笔试题

文/宋东生

初中组

一、填空题（每题5分）

1.1W的碳膜电阻，阻值为100 Ω，允许通过的最大电流为_____mA。

2.电容器的两个主要参数分别是（1）____________；（2）____________。

3.半导体三极管在使用过程中，温度升高，则其β值变_____、I_{CEO}变______、U_{BE}变______。

4.半导体三极管的极限参数是：（1）______；（2）______；（3）______。

5.在三极管放大电路中，必须设置合适的静态工作点，这是为了________________________。

6.某广播电台发射的调幅无线电波的频率为1500kHz，它所对应的波长是______m。

7.收音机的中波天线线圈通常采用多股漆包线绕制，短波天线线圈通常采用镀银铜线绕制，这是为了____________。

8.家用电度表的最大工作电流为20A，若电网电压为220V，则家中同时使用的各种家用电器和电气照明的总功率不得超过______W。

9.用指针式万用表测量电阻器的阻值，在选择“Ω”挡量程时，应使表针指在度盘上靠近____位置，读数最为清晰准确。

10.半导体集成电路按它的集成度划分，可分为________、________、________和__________几种类型。

二、是非判断（每题4分）

1.常用的碳膜电阻和金属膜电阻，耗散功率有1/16W、1/8W、1/4W、1/2W等多种规格。同样阻值的电阻，通过相同的电流，则耗散功率越大，使用中耗电越多。（　）

2.发光二极管（LED）在电路中除作发光器件使用外，在交流电路中也可兼作整流器件。（　　）

3.整流滤波电路中，滤波电容器的电容量选得过大，很容易导致整流二极管损坏。（　　）

4.收音机的调谐回路中，可变电容器和天线线圈组成了并联谐振回路。（　　）

5.用万用表测量电压时，表的内阻越大，测量结果越准确。（　）

三、图1所示的简单整流、滤波、稳压电路中，当开关S断开时，滤波电容C两端的电压是______V，当S闭合时，输出电压U_{AB}为______V。（10分）

四、试分析图2所示放大电路引入了什么形式的负反馈：(a)__________；(b)__________。（10分）

五、图3是数字电路中最基本的逻辑门电路，根据图中所给的输入逻辑变量（0或1），分别写出它们的输出逻辑变量（0或1）：(a)__________；(b)__________；(c)__________。（10分）

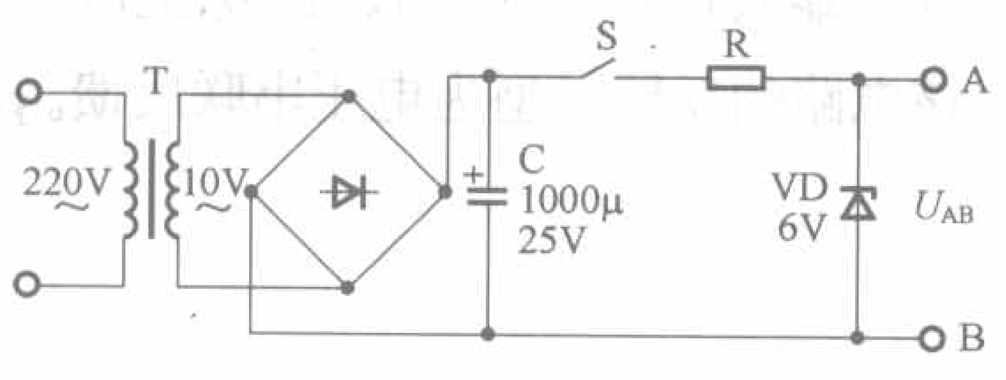


图1

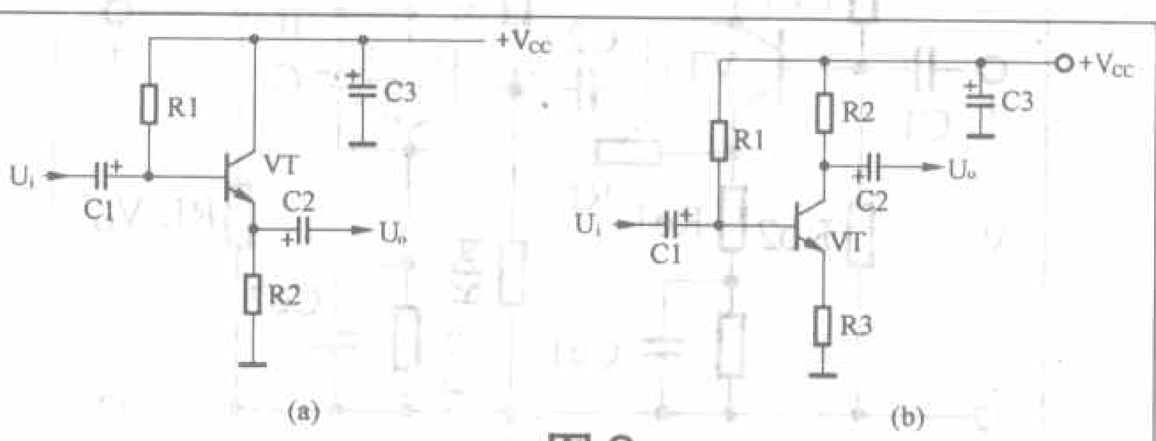


图2

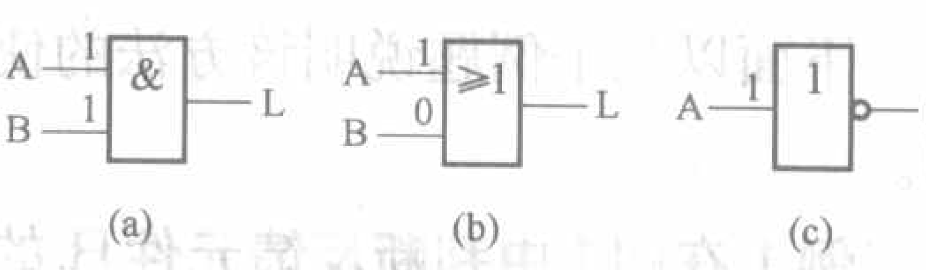


图3

2006年北京市中小学生电子技术比赛

装机竞赛内容分析

文/张 军

北京市中小学电子技术比赛是北京市科技活动中的传统比赛项目。通过比赛，激发了中小学生学习电子技术的兴趣，近年来北京市开展电子制作活动的学校呈上升的趋势。为了更好的引导中小学的电子科技活动，有关部门正在对比赛试题的内容进行大胆的改革实验，以今年的试题为例进行几点说明：(1) 小学组：对小学生重在启蒙和兴趣的培养，因此为他们提供现成的印制电路板，并将安装图直接印在安装面，主要考查他们是否具有看电路图和安装图的能力，能否分辨三极管、二极管、电解电容极性以及能否初步掌握焊接工艺和安装工艺。(2) 初中组：对初中生则在掌握基础知识的情况下，侧重培养对简单电路的设计能力，比赛时提供的不是现成的印制电路板，而是万用印制板（多孔板），需要学生对所给出的电路原理图对照实物进行现场布线、布局和连接。对于初中学生比赛的电路图中元器件的布局没有交叉点，因此电路设计比较容易实现，三极管只为NPN型，元器件的种类仅为4种。(3) 高中组：高中组的要求与初中组相近，重点考察对电路的设计能力，只是要求稍高一些，比如所提供的电路原理图有交叉点，并有可调电阻和蜂鸣器，三极管有NPN和PNP两种，这些变化都为设计电路增加了一定的难度。

比赛结果分析：(1) 在初、高中组中有35%的同学制作没有成功，其主要原因是按原理图对实物进行连接出错。(2) 在初、高中组中有50%的同学设计布局不合理。其原因是在平常的活动中仿照的多，自己动手设计的少。

装机竞赛内容及说明（初中组）

1.比赛内容：安装图1所示的高灵敏声控闪光器电路。

元器件清单：R1为5.1kΩ、R2为470kΩ、R3为2.4kΩ，VD为发光二极管，VT1、VT2为9014三极管，C为1μF电解电容，专用印制板1块，3V电池盒1个，2节5号电池，驻极体话筒1支。

注意：BM为驻极体话筒，有两个焊盘，其中一个与外壳相连，为负极，另一个为正极。图2为三极管9014管脚排列图。

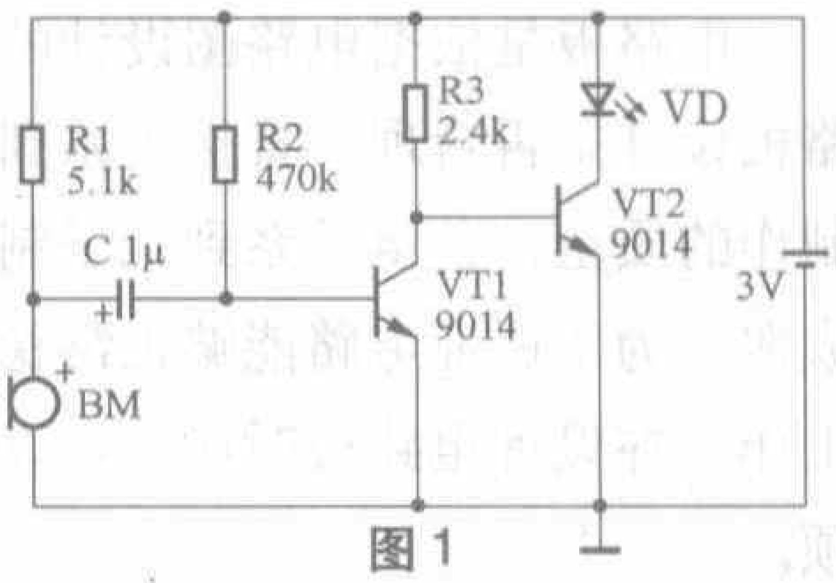


图1

2.具体要求

(1) 打开包装袋，按照清单核对所给的元器件数量。

(2) 用万用表对所给的元器件进行测试。

(3) 所发元器件一律正品，如发现个别元器件有质量问题，请举手找裁判更换，判断错误扣10分。

(4) 所用的电路板为实验板，元件布局及走线需现场设计，如布局合理，用元器件本身的引线便可完成连接，无需另配导线。

(5) 电路连接正确后，安装电池，对着话筒发声，发光二极管应随着闪烁，表明安装成功，可交作品。

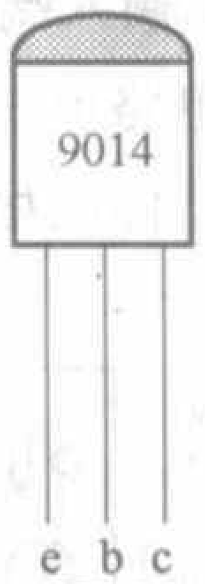


图2

装机竞赛内容及说明（小学组）

1.比赛内容：安装图1所示的小小循环灯电路。

元件清单：R1、R3、R5为9.1kΩ电阻共3支，R2、R4、R6为300Ω电阻共3支，VD1、VD2、VD3为发光二极管3支，VT1、VT2、VT3为9014三极管，管脚排列见图2，C1、C2、C3为47μF电解电容，专用印制板1块，3V电池盒1个，五号电池2节。

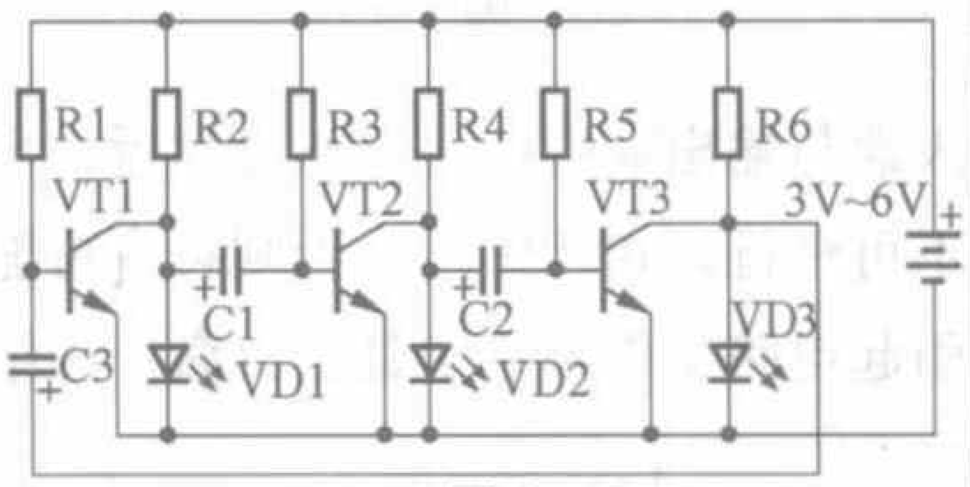


图1

2.具体要求

(1) 打开包装袋，按照清单核对所给的元器件数量。

(2) 用万用表对所给元器件进行测量。

(3) 所发元器件一律正品，如发现个别元器件有质量问题，请举手找裁判更换，判断错误扣10分。

(4) 所用的电路板为成品印制电路板，请按原理图和印制板安装面上的符号直接安装。

(5) 电路连接正确后，可通电实验，若3只发光二极管顺序点亮，表明成功，可交作品。

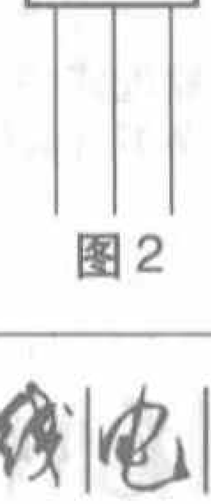


图2

小制作点点通

学会设计电路板

文/莫 恩

电路板是电子制作的基础部件，电子电路中的各种元器件以电路板为基础组合在一起，从而实现电路的整体功能。由于不是所有的电子制作项目都提供电路板图，因此电子技术爱好者应学会自己设计电路板，这是完成电子制作的前提，也是掌握电子技术的一项重要技能。

一、设计电路板的注意事项

电路板是依据电路图设计的。电路板设计是否合理，直接关系到电子制作的质量，甚至关系到电子制作的成败。为了保证电路能够正常稳定地工作，在设计电路板时应注意以下事项。

1.输入端与输出端应尽量远离

电路板中，电路输入端与输出端的元器件应尽量远离，如图1所示，输入端与输出端的信号线不可靠近，更不可平行，如图2所示，否则将有可能引起电路工作不稳定甚至自激。多级

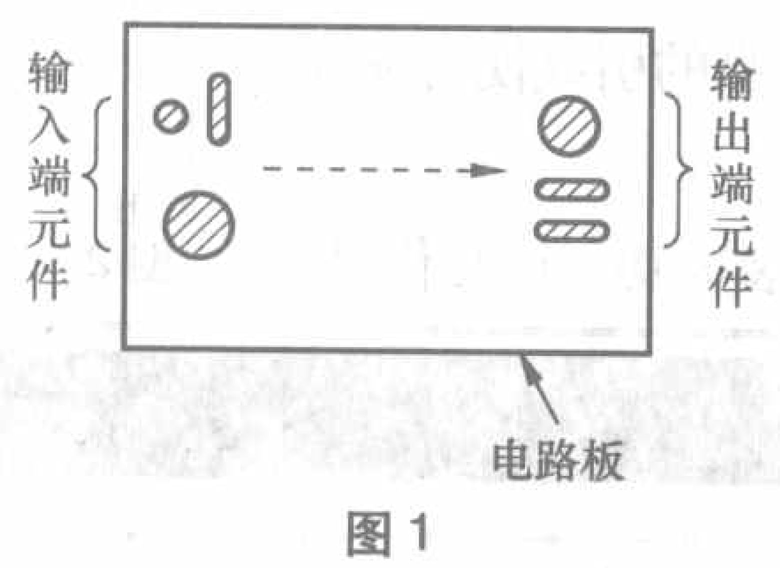


图1

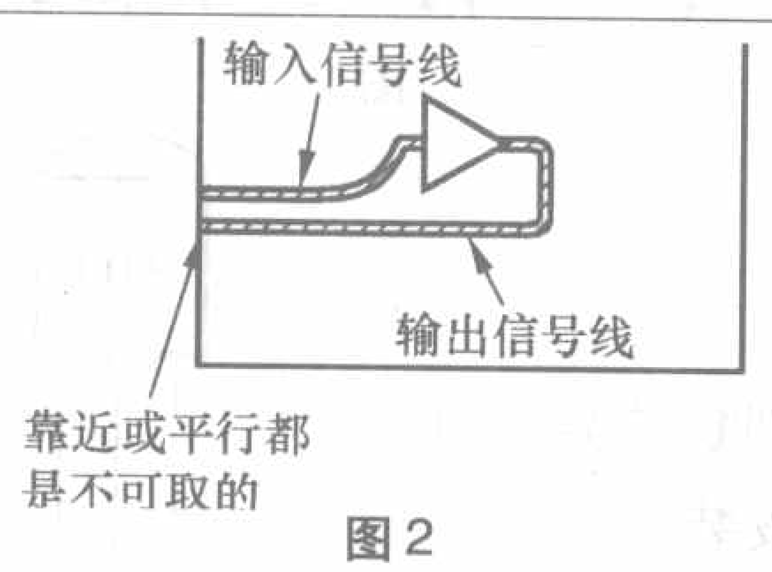


图2

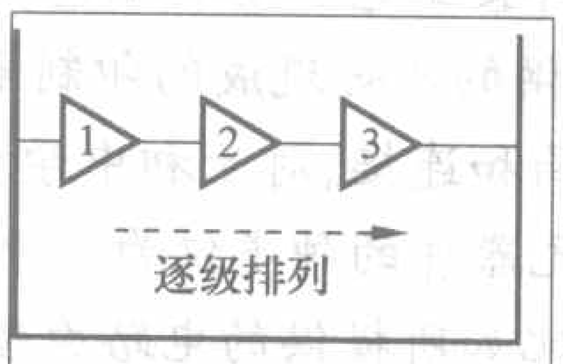


图3

电路应按信号流程逐级排列，如图3所示，不可互相交叉混合，以免引起有害耦合和互相干扰。

2.防止信号线之间互相干扰

在两条可能引起互相干扰而又无法远离的信号线之间，可以设置一条地线或电源线（对交流等效于地），如图4所示，利用地线的隔离作用提高电路工作的稳定性。

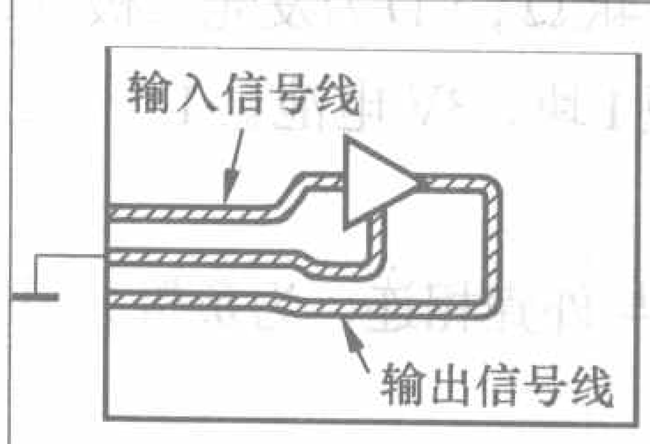


图4

3.防止电感器件之间的有害耦合

电感器件在安排时应注意其互相之间的互感作用。需要互感作用的两电感线圈应靠近并平行放置，如图5所示，它们将通过磁力线进行磁耦合。不相耦合的电感线圈、变压器等应互相远离，并使其磁路互相垂直，如图6所示，以避免产生有害的磁耦合。

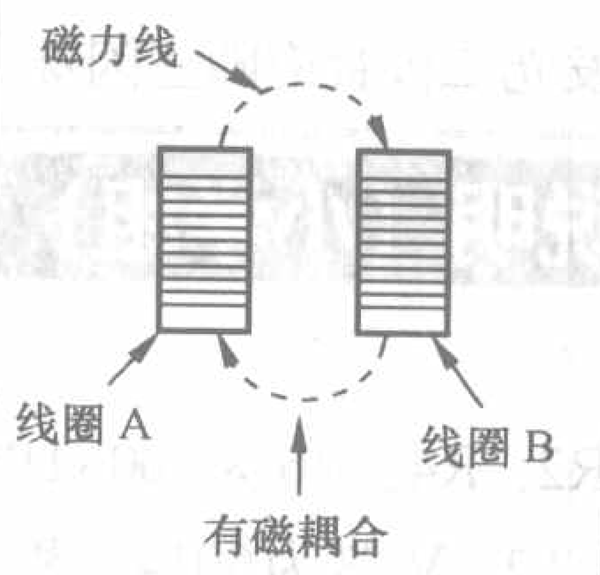


图5

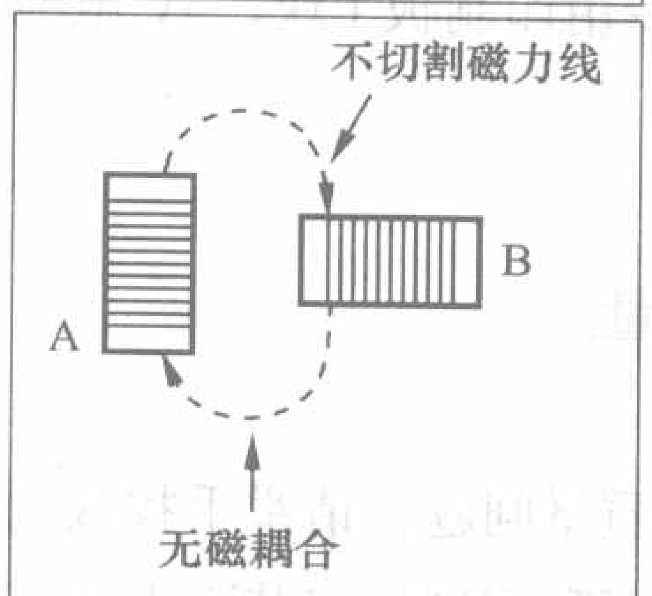


图6

4.正确安排地线

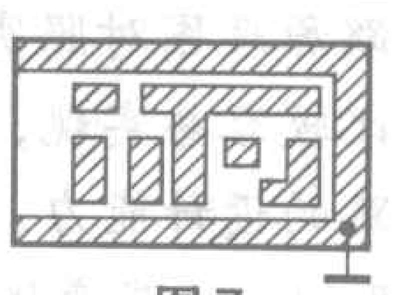


图7

地线一般不能形成闭合回路，如图7所示，以免因地线环流产生噪声干扰。在高频电路中，可采用大面积包围式地线方式，即将各条信号线以外的铜箔面全部作为地线，如图8所示。这样能够有效地防止电路自激，提高高频工作的稳定性。

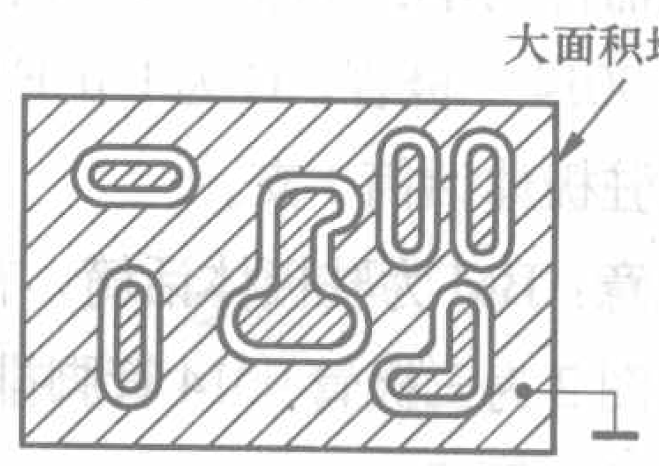


图8

5.合理布局元器件

电路板上各元器件布局应均匀，排列应整齐，同时考虑到安装、焊接、更换的方便，可参考图9示意图。外壳不绝缘的元器件之间应有适当距离，不可靠得太近，以免相碰造成短路，如图10所示。高频电路中元器件之间的连线应尽量短，以减少分布参数对高频电路的影响。电位器、可变电容器、开关、插孔、插座等与机

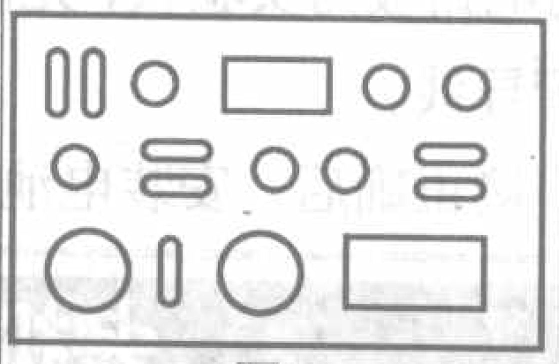


图9

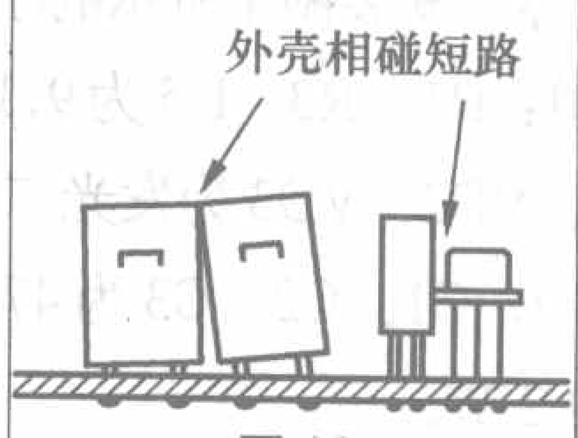


图10

外有联系的元器件的布局，应与机壳上的相应位置一致。

6.注意调节方便

电路中可调元器件的布局应考虑到调节的方便。如图11所示，从侧面

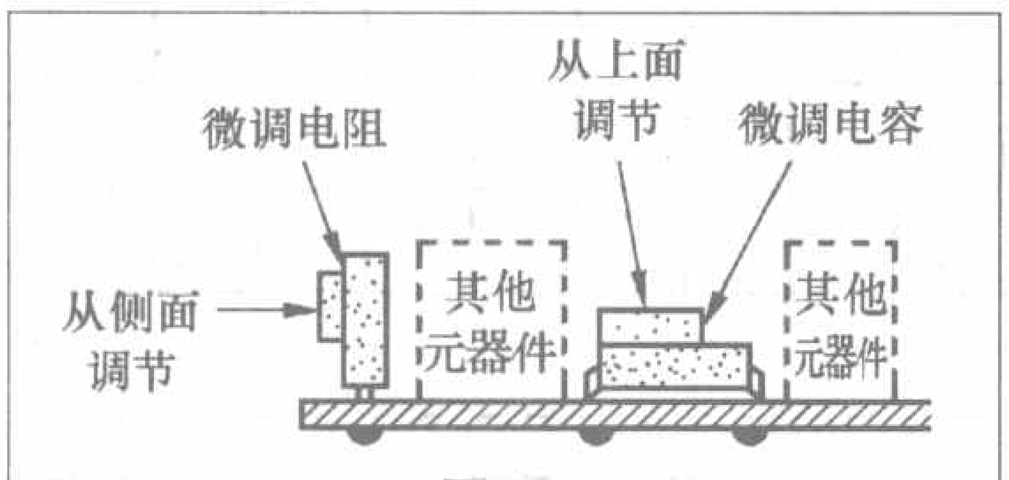


图11

调节的元器件（如微调电阻）应设计在电路板的边缘。微调电容等可从上面进行调节。

7.关于线条宽度和线条间距

电路板上的线条宽度和线条间距应尽量大些，以保证电气要求和足够的机械强度。在一般的电子制作中，可使线条宽度和线条间距分别大于1mm，如图12所示。

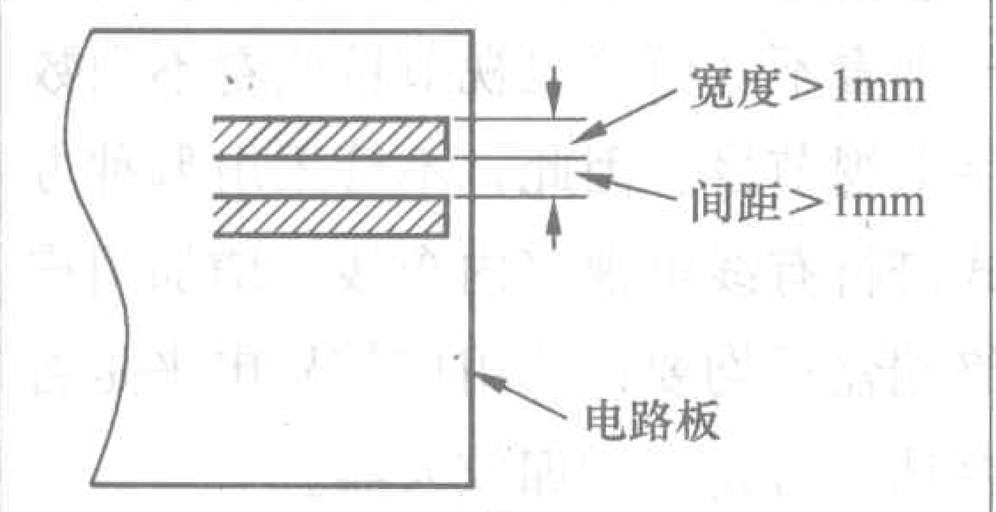


图12

8.电路板的安装固定

设计时，应同时考虑电路板的安装固定问题。在考虑元器件布局时，应注意预留出安装固定电路板的螺钉孔，如图13所示。

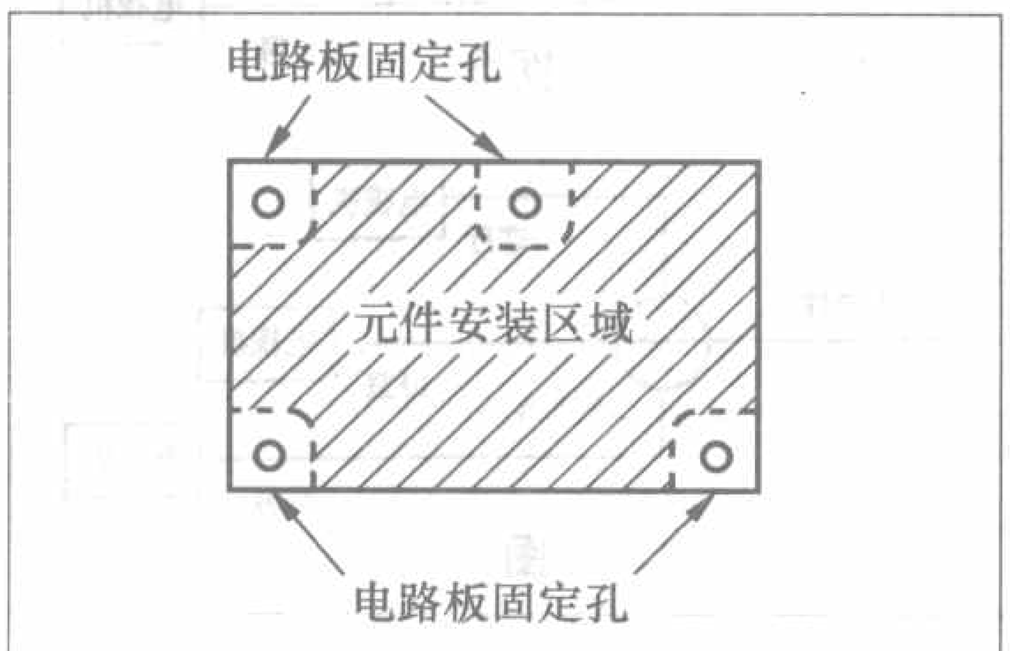


图13

二、电路板设计实例

图14所示为集成电路调频无线话筒电路图，现以该电路图为例，具体

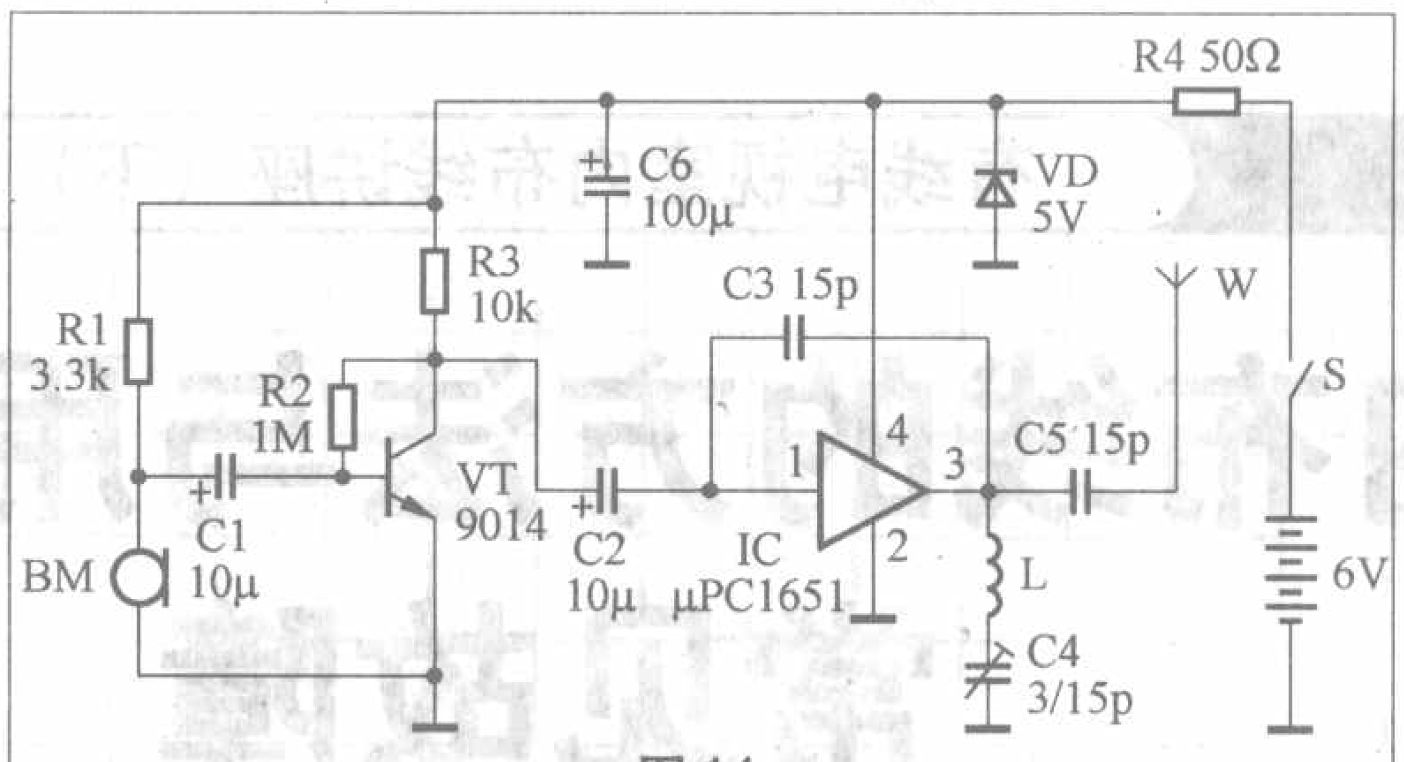


图14

介绍电路板的设计步骤和方法。

1.确定电路板的形状和尺寸

电路板的形状和尺寸主要是根据机壳和主要元器件来确定。电路板的形状一般为长方形，也有正方形或多边形的，尺寸不宜过小。

2.初步确定各元器件的位置

调频无线话筒电路为两级，第一级（VT）为音频放大级，第二级（IC）为高频振荡兼调制级。取从左到右的信号流程方向（也可取其他方向），左半部分安排第一级，右半部分安排第二级。然后依次将各元器件在电路板上的位置初步画下来，如图15所示。

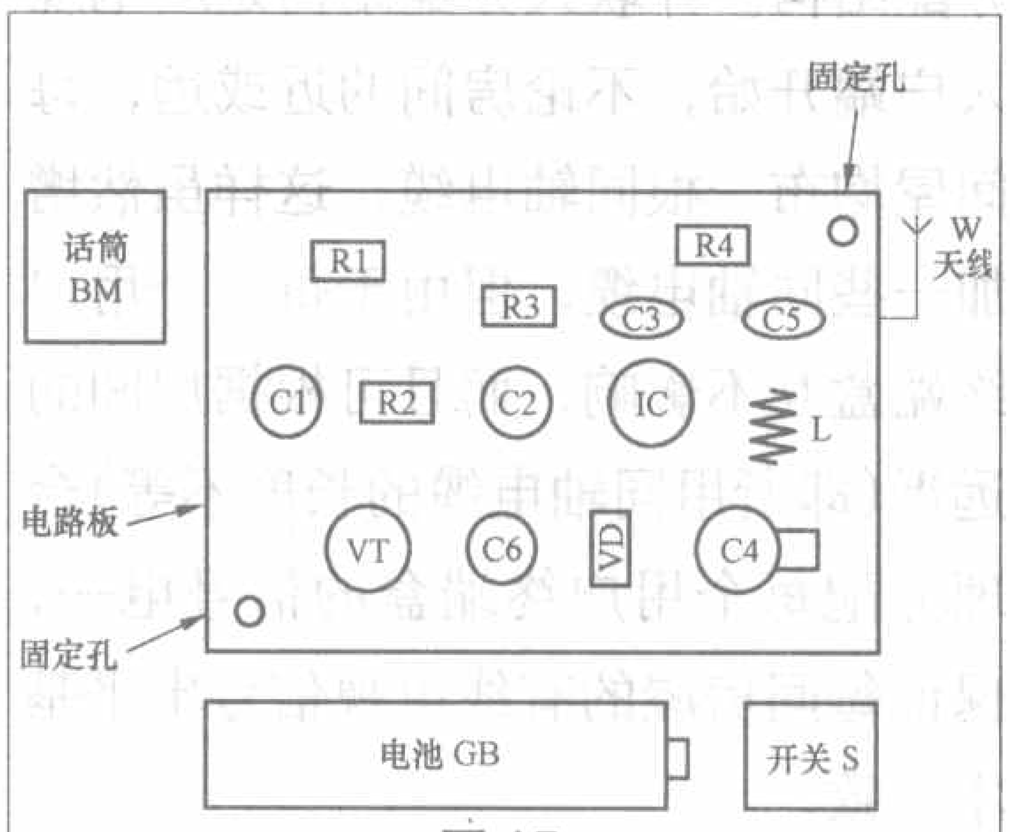


图15

可按照电路图中的相对位置来画，同时确定电路板安装固定孔。

3.画出初步草图

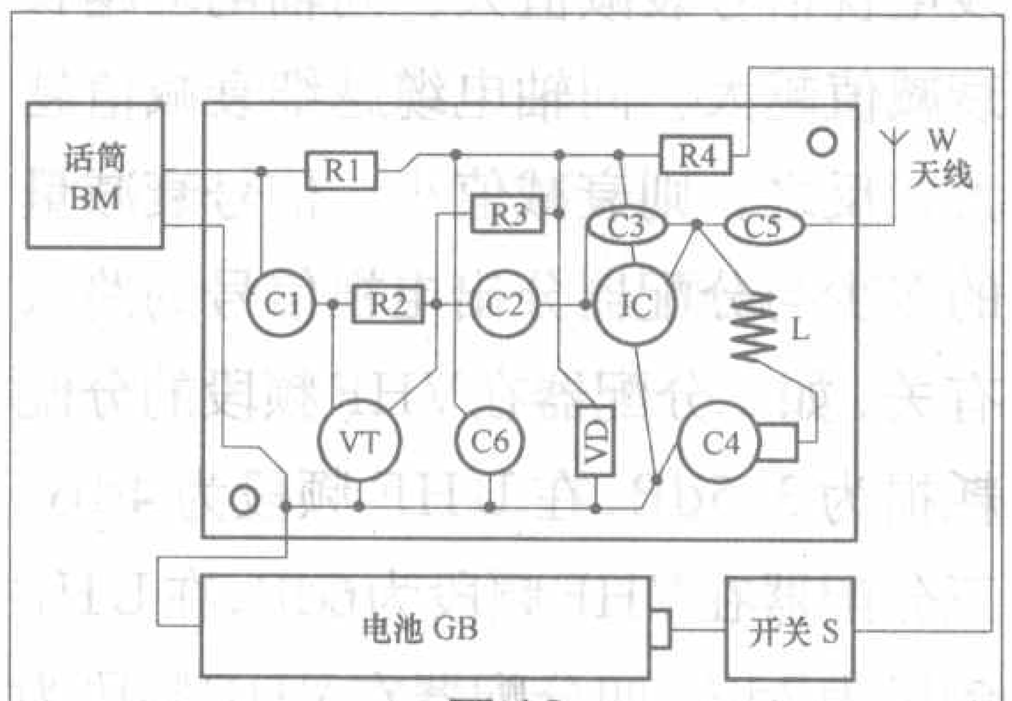


图16

按照电路图，画出各元器件之间的连接线，如图16所示。线与线不能交叉，如遇交叉必须设法绕行，并适当调整有关元器件的相对位置。这一步工作最关键，有些复杂电路往往要反复几次调整元器件位置才能完成。

4.画正式电路板图

在草图的基础上，将接点处扩大为焊盘，一般焊盘直径应大于2mm，以保证焊接质量和机械强度。然后将各元器件焊盘之间的连线加粗，并适当调整变形，使线条走向和布局整齐、匀称，如图17所示。例如：C6和VD

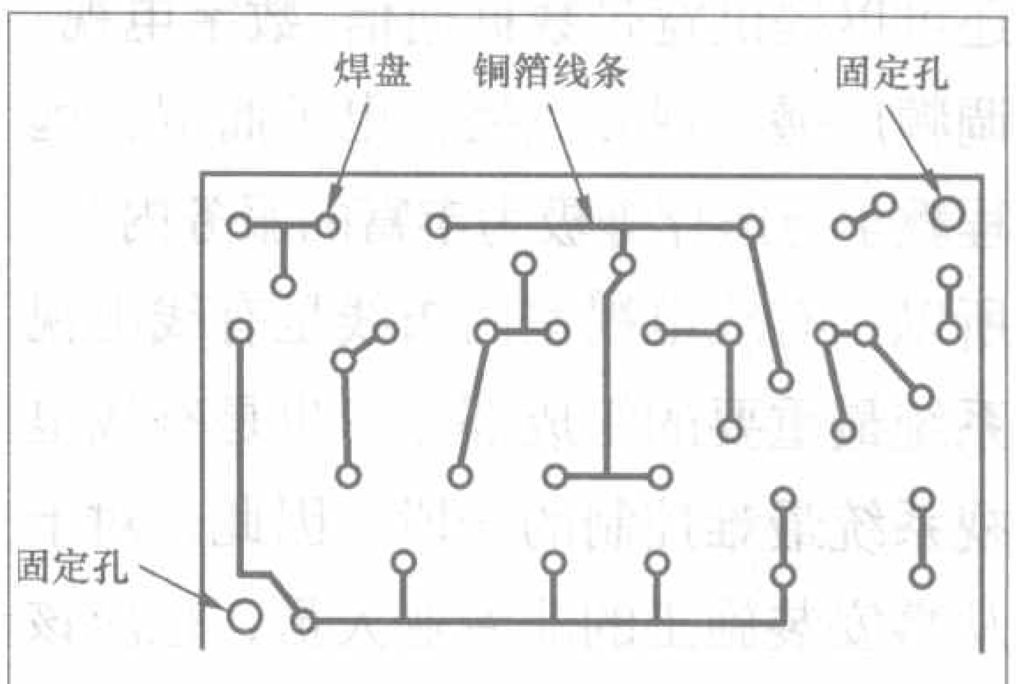


图17

上端接电源正极，下端接地（电源负极），从图16可以看到C6和VD都与C2互相交叉，由于C6和VD位于C2下方，因此必须使电源线向下延伸，以便与C6和VD连接。

5.校核

最后对设计好的电路板图进行校核。将各元器件符号绘入电路板图中的相应位置，如图18所示，对照电路

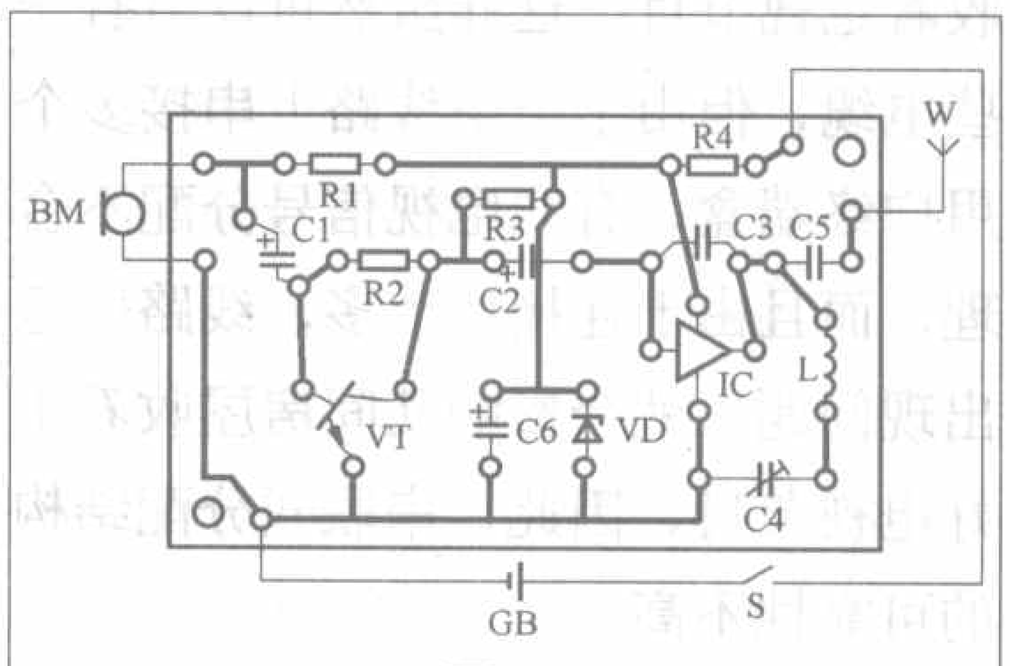


图18

图进行校核无误后，电路板设计即告完成。

有线电视室内布线讲座（下）

室内布线的方法与用户终端常见故障

文/柳 深

有线电视HFC网络具有750MHz或1000MHz带宽的频率资源，从而被认为是解决信息高速公路“最后一公里”的带宽瓶颈问题的理想网络。经双向改造后，进入用户家中的有线电视同轴电缆不仅能传输模拟电视节目，还可以提供宽带数据通信、数字电视、调频广播、视频点播、电子商贸、远程教学与医疗等极为丰富的服务内容。所以，有线电视室内布线是有线电视系统最重要的组成部分，也是有线电视系统最难控制的一段。因此，对于从事安装施工的非专业人员，也应该了解和掌握有线电视室内布线的结构形式、敷设方法。

一、有线电视室内布线的结构形式

1. 串联式分配结构

串联式分配结构是指非专业人员为施工方便，就像布照明线一样布设有线电视电缆。他们从入户端（有线电视网络进户端）开始，由近及远，每经过一个房间分出一路信号，供用户收看电视节目。这样虽然可以节省一些电缆，但由于一条线路上串接多个用户终端盒，有线电视信号分配不合理，而且由于连接环节多，线路一旦出现问题，就会影响几间房屋收看不好电视节目，因此，串联式分配结构的可靠性不高。

串联式分配结构可采用分配器串接，如图1所示；也可采用分支器串接，如图2所示。

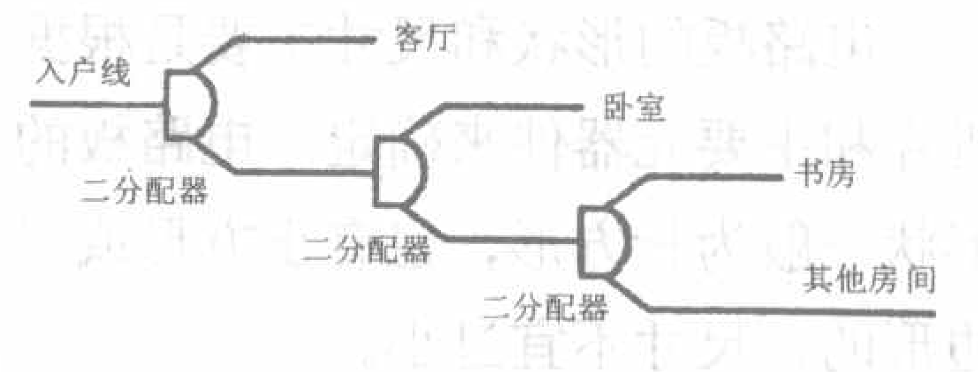


图1

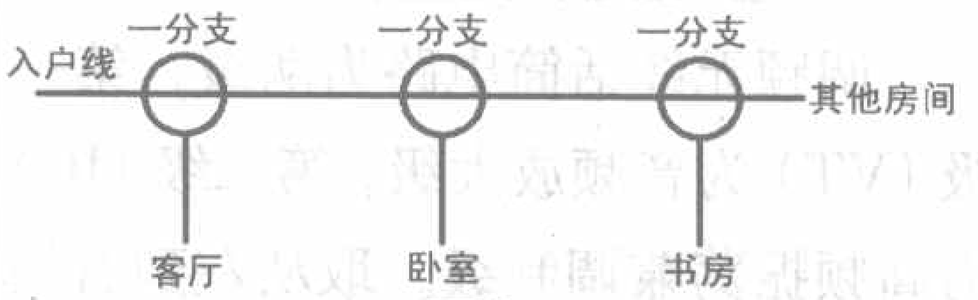


图2

2. 并联式分配结构

为了克服串联式分配结构可靠性不高的缺点，室内布线可采用并联式分配结构。并联式分配结构是从电缆入户端开始，不论房间的近或远，每间屋均布一根同轴电缆，这样虽然增加一些同轴电缆，但由于每一个用户终端盒互不影响，而且可根据房间的远近(即所用同轴电缆的长度不等)合理分配每个用户终端盒的信号电平，保证每间房屋的有线电视信号电平基本一致。

有线电视信号经过同轴电缆、分支器或分配器均会有所衰减。信号衰减量的多少与同轴电缆的质量、型号及长度有关，质量差的同轴电缆对有线电视信号衰减值大、同轴电缆越长衰减值越大、同轴电缆越细衰减值越大，反之，则衰减值小。信号衰减量的多少与分配器分出电视信号的路数有关，如二分配器在VHF频段的分配耗损为3.5dB，在UHF频段为4dB。三分配器在VHF频段为6dB，在UHF频段为7dB。四分配器在VHF频段为7.5dB，在UHF频段为8dB。信号衰减量的多少还与分支器的分支损耗与分支路数有关，因分支损耗是主路输入电平与支路输出电平之差，而插入损耗是主路输入电平与主路输出电平之差。分支损耗越大，则插入损耗越小。反之，分支损耗越小，则插入损耗越大。另外，分支路数多，插入损耗大。分支路数少，插入损耗小。当模拟电视信号电平低于60dBμV，数字电视信号电平低于48dBμV时，用户则看不好模拟电视节目或看不到数字电视节目。因此，不管采用哪种方式进行有线电视室内布线，增加用户终端盒后均要计算用户信号电平是否合适，否则应增加放大器。

并联式分配结构可采用分配器输出，如图3所示；也可采用分支器输出，如图4所示。

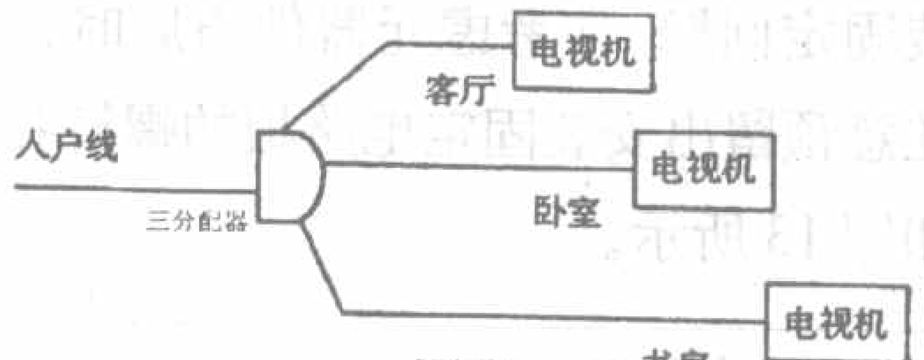


图3

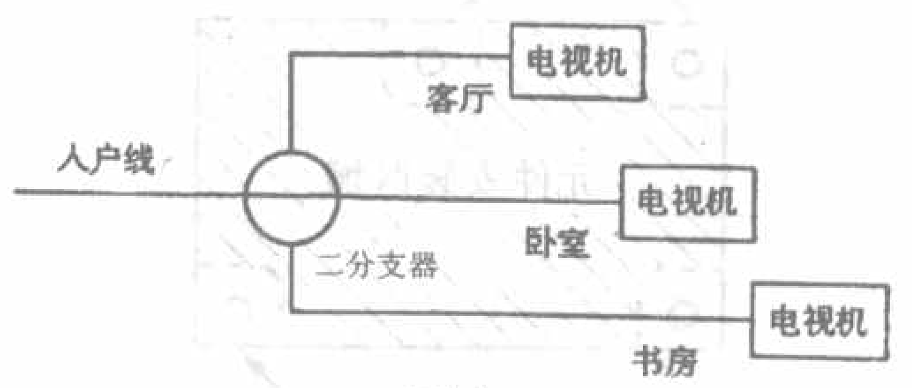


图4

比较图1与图3，可以看出在图1中，书房的有线电视信号经过3只二分配器，每只二分配器损耗4dB信号，一共损耗12dB信号。在图3中只有1只

三分配器，其分配损耗为6dB，这种方式不仅节省了2只二分配器，而且信号增加了6dB。同轴电缆不需要经过3只二分配器，就减少了5只F接头，有线电视信号不仅减少了连接损耗，而且减少了5个故障点，因在有线电视系统中，多一个接头，就会多一个容易发生故障的地方。

比较图2与图4，可以看出在图2中，书房的有线电视信号经过3只一分支器，而在图4中只用1只二分支器。假设3只一分支器的分支损耗为8dB，其插入损耗为2.2dB，二分支器的分支损耗也为8dB，则书房的有线电视信号在图4中比图2中减少了前2只一分支器插入损耗4.4dB信号，这种方式不仅节省了2只一分支器，而且信号增加了4.4dB。同轴电缆不需要经过3只一分支器，也减少了5只F接头连接点。

二、有线电视室内布线的敷设方法

有线电视室内布线的敷设方法与电力线相似，有明线敷设与暗线敷设两种。一般说来，新建楼房或房屋装修安装有线电视宜采用暗线敷设，而旧房安装有线电视则采用明线敷设。入户的同轴电缆沿外墙穿入室内时要用防水导管，以防雨水沿电缆线进入室内。

1.明线敷设

明线敷设应注意以下事项：明装布线要求排列整齐，横平竖直，电缆转弯时，要有一定的曲率半径，呈自然弯曲，而且路径安排要尽量短。明装布线，尽可能采用白色外皮电缆，沿墙角或墙下面走线。电缆卡之间的间距约为0.5m，如图5所示。电缆的固定方法是根据墙面结构和电缆的粗细而定，75–5型电缆用–5型线卡，75–7型电缆用–7型线卡。电缆穿过楼板时，需配装一定高度的保护管。

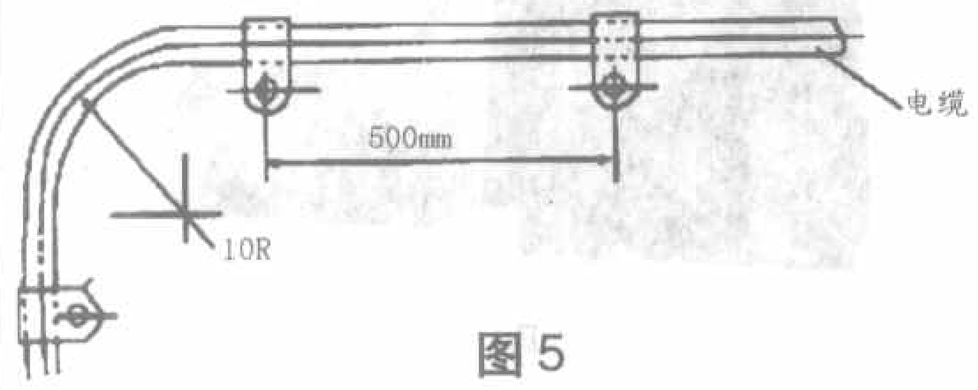


图5

2.暗线敷设

有线电视同轴电缆的暗线敷设与电力线一样，是将同轴电缆穿在预埋的塑料管道内。在电缆暗设时，除了电视机的引线外，在房屋内是看不到有线电视电缆的，有线电视的管线设计应符合有关建筑设计标准，不同的房屋建筑其管线设计会不大相同。砖结构建筑的管道是在土建施工时预埋在墙中，而大板结构建筑管道敷设可事先预埋浇注在板墙内。因此，施工时必须按照设计的要求敷设电缆。电缆暗设如图6所示。

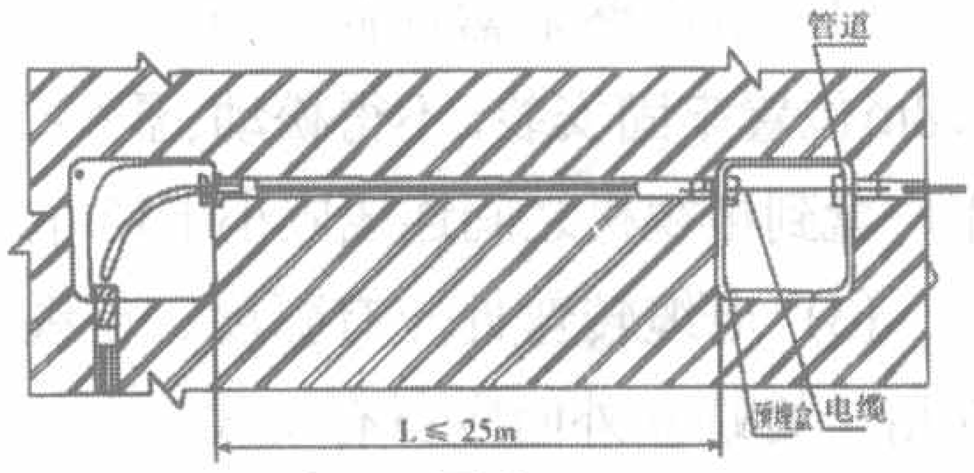


图6

在管线布线时应注意以下事项：电缆管线在大于25m及转弯时，应在管道中间及拐角处配装预埋盒，以利于电缆顺利穿过；埋入的管道内要穿进细铁丝，以便拉入电缆；管道口要用软物堵上，勿使泥浆进入管内；布管线或电缆在竖井内敷设时，要求强电源线和有线电视电缆分开走线，以避免强电流对有线电视信号的干扰；两根电缆穿管时，保护管内径应大于最粗电缆直径的3倍；三根电缆穿管时，保护管内径应大于最粗电缆直径的3.2倍；布线电缆的两端应留有一条的余量，并要求在端口做上标记。

三、用户终端盒的安装

1.用户终端盒

用户终端盒是有线电视系统连接用户电视机的无源器件。它通常固定在用户电视机所在房间的墙上，通过一根电缆（用户线）和分支器的支路输出端相连，若采用串接单元时，用户终端盒和分支器做成一体。

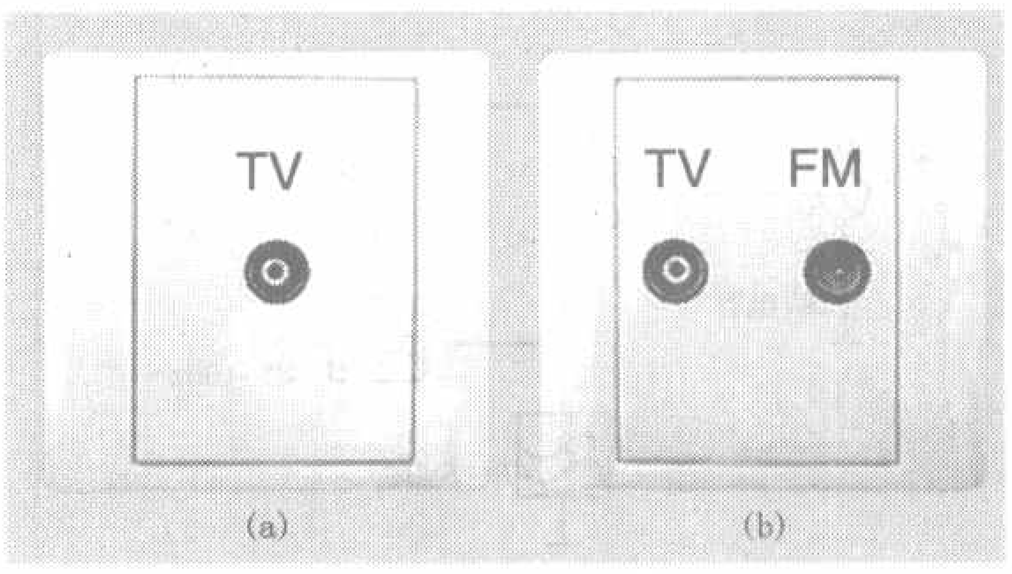


图7

用户终端盒有单输出孔和双输出孔之分，单输出孔的终端盒只有一个电视机（TV)插孔，为安全起见，内部串接一个高压电容，如图7（a）所示；双输出孔的终端盒有电视机(TV)和调频广播（FM）两个插孔。一个供收看电视，一个供收听调频广播，两者不要插错了，如图7（b）所示。

用户终端盒的性能参数应符合国家标准GB11318.2—89要求，主要有以下几项：

插入损耗：TV口对电视信号衰减大约为2dB，FM口对电视信号衰减约为10dB。

反射损耗：V频段≥10dB；U频段≥7dB。

相互隔离度：TV口和FM口≥22dB。

另外，用户终端盒必须有耐高压(≥2000V)小电容器隔离，以保证人身安全和系统设备安全。

2.双向用户端口

为适应有线电视系统开展双向传输业务，国家广电行业标准GY/T195—2003规定了有线电视系统双向用户端口的技术要求和测量方法。有线电视系统双向用户端口的外形如图8(a)所示，双向用户端口的内部是一个分配隔离器，如图8(b)所示。分

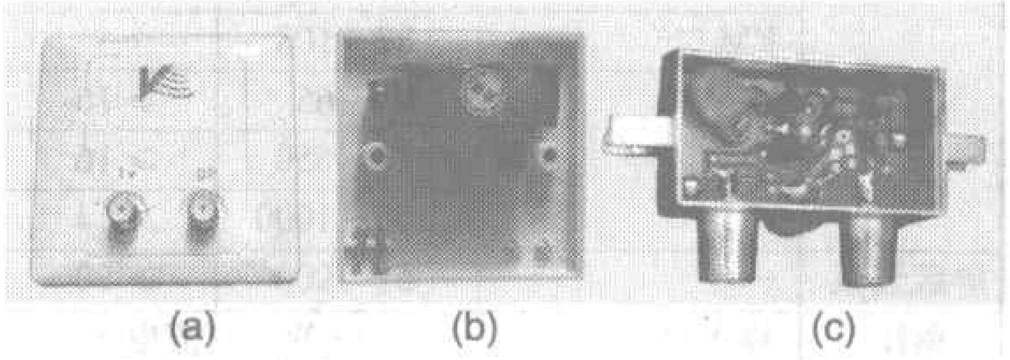


图8

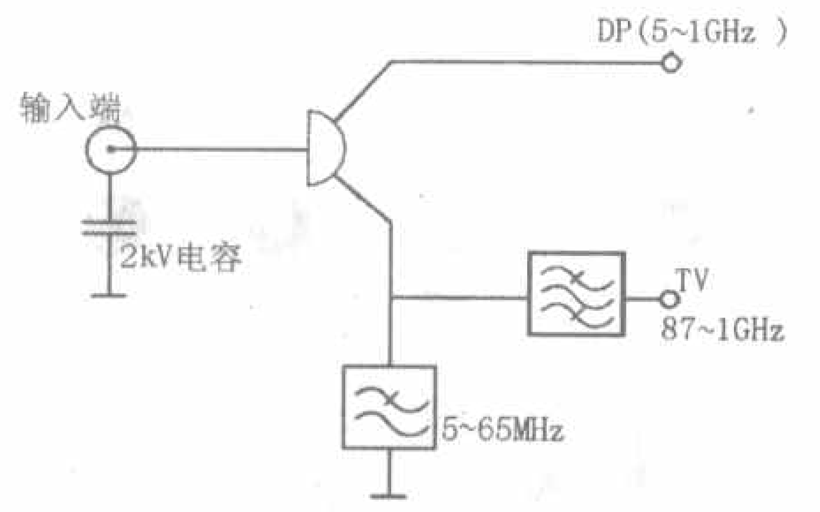


图 9

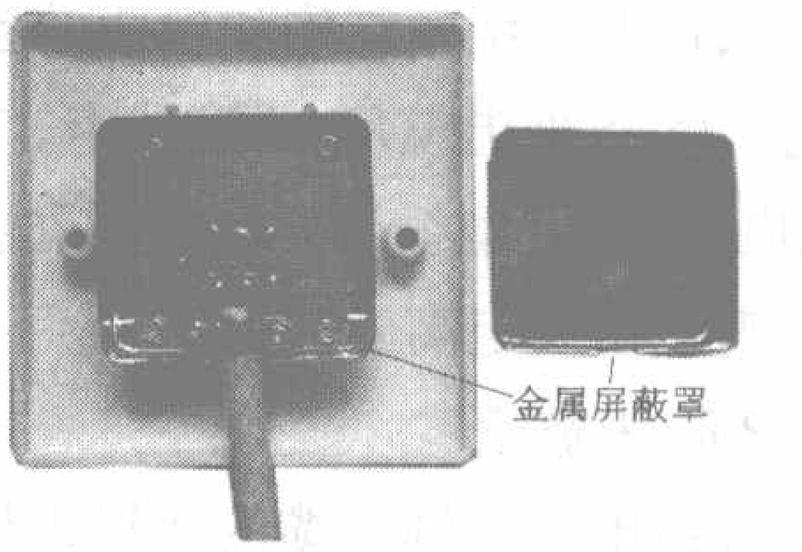


图 10

配隔离器的印制电路板如图8(c)所示，双向用户端口的电路原理框图如图 9 所示。

双向用户端口按用户端口数和相应用途分为双孔用户端口：电视口（TV 口）和数据口（DP 口）。三孔用户端口：电视口（TV 口）、调频口（FM 口）和数据口（DP 口）

有线电视系统双向用户端口的技术要求见表 1。

3.终端盒的明装要求

有线电视用户终端盒起着阻抗匹配、提供FM接口与TV接口、防止接收机本振泄露及防电、防雷的作用，用户盒是有线电视传输的最后一级，如果安装不规范会使信号变差。

安装用户盒时电缆屏蔽层不要留太长，如图10 所示，并且要压紧，防止与芯线短路。芯线不能太长以防止与电路板短路，也不能太短以免造成与压接螺丝接触不良，并且压接芯线时不要太紧以防芯线被压断，对这些如果不注意可能会引起信号电平变化。

表 1 有线电视系统双向用户端口的技术要求

项　目		频率范围 (MHz)	技术指标 (dB) 双孔	三孔
插入损耗	输入口—TV 口	5~65	≥45.0	≥45.0
		87~1000	≤5.0	≤6.0
	输入口—DP 口	5~1000	≤5.0	≤6.0
	输入口—FM 口	5~65	—	≥30.0
		87~108		≤14.0
相互隔离	TV 口—FM 口	5~108	—	≥30.0
		108~1000		≥28.0
	TV 口—DP 口	5~65	≥60.0	≥60.0
		87~1000	≥26.0	≥22.0
	FM 口—DP 口	5~65	—	≥60.0
		87~1000		≥35.0
反射损耗	输入口	5~65	≥16	≥16
		87~550	≥16	≥16
		550~1000	≥14	≥14
	TV 口	108~550	≥16	≥16
		550~1000	≥14	≥14
	FM 口	87~108	—	≥16
	DP 口	5~65	≥16	≥16
		87~550	≥16	≥16
		550~1000	≥14	≥14
屏蔽衰减	—	5~1000	≥90	≥90
耐压	输入口	—2kV 交流电压，1min 不击穿		

注：表内数据摘录国家广电行业标准GY/T 195—2003。

明装用户终端盒应符合以下几点要求：

（1）用户电缆应从门框上端钻孔进入住户，用塑料钉卡钉牢，卡距应小于0.4m，布线要横平竖直，弯曲自然，符合弯曲半径要求。

（2）用户终端盒应距地 0.3m～1.8m位置牢固安装，不得松动、歪斜。用户盒到电视机之间连线应小于15m。

（3）电缆转弯处应有弧度，电缆在用户终端盒外面应留有余线，余线固定成 U 型，如图 11 所示。

4.用户终端盒的暗装要求

用户终端盒安装应事先预埋接线盒，在预埋电缆的同时，在终端盒的安装位置要预埋接线盒。电缆应用塑料管预埋，不要直接埋在墙内。终端盒利用接线盒进行安装固定，如果接线盒在预埋时不牢固，将直接影响终端盒的安装。接线盒的外形如图 12 所示。

用户终端盒在室内要尽可能靠近用户线引入端安装，下缘距地面可取 30cm～150cm，安装要牢固，弹性接触良好。

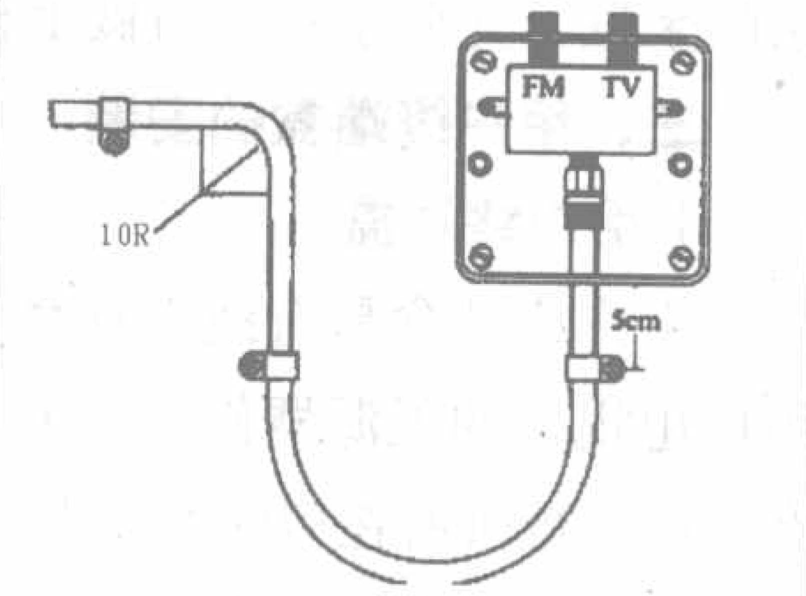


图 11

用户终端盒到电视接收机的引入线应采用屏蔽系数好的 75−5 型同轴电缆，长度不宜超过 5m。

四、用户终端常见故障分析与检修

下面通过一些实例的介绍，让读者了解和掌握一些用户终端常见故障的处理。

例 1：某用户信号弱，电视机图像模糊不清

分析与检修：个别用户信号弱，如排除分支器损坏原因，大多数是用户私搭乱接或用户本身电视机问题。

测分支器输出电平正常，测用户终端电平只有 43dBμV，打开用户终端盒，用户终端盒本身没有发现问题。查用户使用的75−5型电缆，发现有黑胶布缠在电缆线上，拆下胶布 ，发现用户自已将电缆屏蔽网割断，用一根照明线接在芯线上，一根接在编织网线上，供楼上电视机用。类似此类故障现象时有发生，维修人员应告诉用户有线电视信号是高频宽带信号，同轴电缆不同于电力护套线和电话双绞线，不能私搭乱接。将损坏的75−5型电缆用对接头接好，更换 75−5 型电缆，故障排除。

例 2：某用户反映电视机信号不清楚

分析与检修：打开用户电视机，电视机图像确实不清楚，信号很弱，怀疑可能是室外的线路有问题，测二分支器出口信号电平为65dBμV，正常，再测用户终端盒的输出，信号电平为

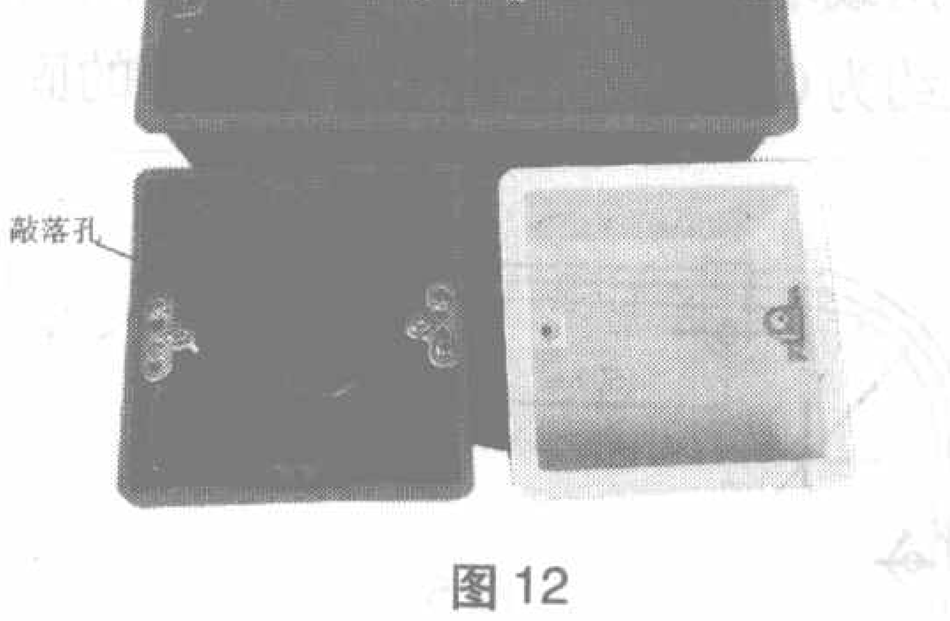


图 12

45dBμV，随即打开用户终端盒，发现电缆馈线的网线全部氧化了，该用户住的是平房，埋的暗线长期处于潮湿环境，最终使馈线里面的编织网线都氧化断了，无法接触F接头，更换新线以后，信号清晰，故障排除。

例3：某用户低频段电视机节目雪花严重，高频段信号正常

分析与检修：产生这种故障如果排除用户室外部分的故障，大多数是用户连线或用户终端盒故障。

用场强仪测用户终端盒的输出信号电平正常，再查用户的连接线，发现用户连接线输出端的铁环内表面生锈，造成接触不良，换根新连接线或将原连接线铁环内表除锈后，雪花干扰消失，信号正常。

有些用户的用户线插头与用户终端盒接口频繁插拔，会造成用户终端盒接口过松，与用户线插头接触不良，也会造成低频段信号变差。

例4：某用户反映有些频道时而出现网纹干扰或交调干扰

分析与检修：该用户的干扰故障，间断出现可以排除放大器调试不当的问题，因为放大器调试不好，故障就不会间断出现。产生这种故障的原因可能是分支器或用户终端盒隔离度差的缘故。

测用户终端信号电平正常，说明放大器工作正常。该用户向维修人员反映，他的电视机好像能收到楼上用户影碟信号，说明产生干扰的原因是楼上用户电视机产生的本机振荡辐射干扰。当分支、分配器的隔离度差时，就会出现上述故障。例如：当两用户收看的节目分别是6ch和10ch时，收看6ch电视信号的电视机就会干扰收看10ch的电视机，这就是邻频传输时电视机本机振荡泄漏对邻近电视机用户造成的网纹干扰。

另外，当分支器隔离度差时，也会使某一用户使用的录像机、影碟机等信号进入分配器，影响邻近用户。在遇到个别用户出现网纹干扰故障时，不要忽视用户分配器件隔离度指标。

例5：有一栋新楼房开始数字电视入户很少，有一用户安装数字电视后收视情况一直不好

分析与检修：维修人员按照排除模拟电视故障的办法不能解决问题，后根据数字信号的传输特点，有关资料介绍“网络的失配产生反射所造成的多径效应”会影响数字电视的收看效果，依据这一思路来分析此例故障，发现这座新楼房安装数字电视用户很少，所有分支器没有加终端负载电阻，使有线数字电视分配网络处于阻抗不匹配状态，将所有分支器都加装终端负载电阻后，故障排除。

检修小结：传输网络的阻抗失配时对模拟电视图像将产生重影现象，而对数字信号的传输将产生反射造成的多径效应，影响数字电视的收看效果。因此在选购有线电视器材时，应尽量采用特性阻抗一致、反射损耗大的无源器材（如分支器、分配器、用户终端盒、用户连接电缆等）。并将线路上所有没有终端接假负载的分支器、分配器认真地做好阻抗匹配。

例6：用户无法收看所有的数字电视节目

分析与检修：用户无法接收所有数字电视信号的原因有两个：一是由于接收信号电平太低造成的，此类故障较常见。维修人员可以观看模拟信号的质量，图像雪花大表明信号低，用测试仪器测试信号电平加以分析。如果电平低，应加大信号电平即可排除故障；如果电平正常，应检查数字电视机顶盒信号输入的接头是否有接触不良。在载噪比正常，误码率$<10^{-4}$的情况下，一般用户接收数字电视信号电平>55dBμV就可以正常接收，网络质量好的用户接收数字电视信号电平可降到48dBμV，数字电视机顶盒的信号输入电平一般为40dBV～80dBV。另外，维修人员可以通过数字电视机顶盒的信息显示功能来直接观看和分析该频点的接收电平和误码率等信息。二是由于HFC系统载噪比低造成误码率高而引起的，这种现象多发生在没有改造好的网络用户中。

维修人员现场观察数字电视机顶盒提示“未锁定智能服务”，由此判定数字电视机顶盒没有接收到数字电视信号，检查数字电视机顶盒与用户终端盒连接正常，模拟电视信号图像也正常，检查发现连接线是用户自己在市面上购买的，更换后开启数字电视机顶盒可搜索到全部数字电视频道，但仍有个别电视节目图像出现马赛克现象，向前逐级测量排查，发现户外一分配器因潮湿进水损坏，更换分配器和接头后恢复正常。

检修小结：此例故障是由用户自己购买的连接线质量太差引起的，未正常接收到数字电视授权控制信号（该信号的频率为387MHz）。因为数字电视的系统管理、节目管理和用户授权等都在以387MHz为中心频率的8M带宽内传输，所以全部的数字电视节目无法收到。针对此类故障不同厂家的数字电视机顶盒会有不同的提示内容。

例7：部分数字电视节目无法收看

分析与检修：维修人员发现接收机就在该用户的楼前，用户刚搬到新家，部分模拟电视信号也有斜纹干扰，观察发现用户在装修时自埋暗线私接了两个终端，甩掉私接终端后信号恢复正常。

欢迎访问
无线电技术论坛
www.radio.com.cn/bbs/
——无线电爱好者的网上乐园

学·做·用

会叫的“小猪”灯笼

文/张晓东

农历猪年到来之际，一种造型别致、深得小朋友喜爱的塑料“小猪”灯笼已经上市。这种灯笼的结构如图1所示，它的电路部分与普通手电筒电路完全一样，推合手柄上的开关，“小猪”灯笼便会发光。这种灯笼与传统纸糊蜡烛点亮的灯笼相比较，既安全可靠，也极富有现代文化气息。

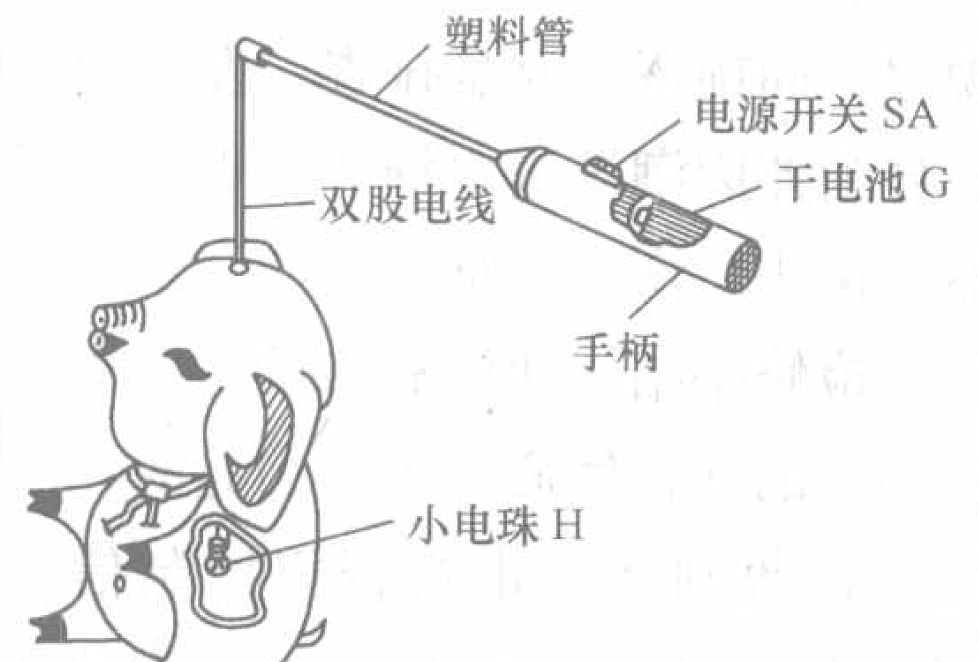


图 1

如果自己动手在“小猪”灯笼原有电路中增加5个电子元器件(成本仅4元)，就可使灯笼既发光、又发出声音逼真响亮的模拟小猪叫声。让孩子们打着这样的灯笼去参加春节游园活动或“元宵节”灯会，定会招来众多小朋友羡慕的目光!

一、工作原理

会叫的“小猪”灯笼电路如图2所示。竖直虚线右边为市售灯笼原有电路，左边为新增模拟小猪叫声电路。IC为模拟小猪叫声专用集成电路，其中R为IC的外接振荡电阻器，其阻值大小影响模拟小猪叫声的速度和音调;C为旁路电容器，主要用于滤去IC输出电信号中一些不悦耳的谐波成分，使模拟小猪叫声更加逼真响亮。

闭合电源开关SA，小电珠H发光;与此同时，由于模拟声集成电路IC的触发端TG与电源正端V_{DD}直接相连，

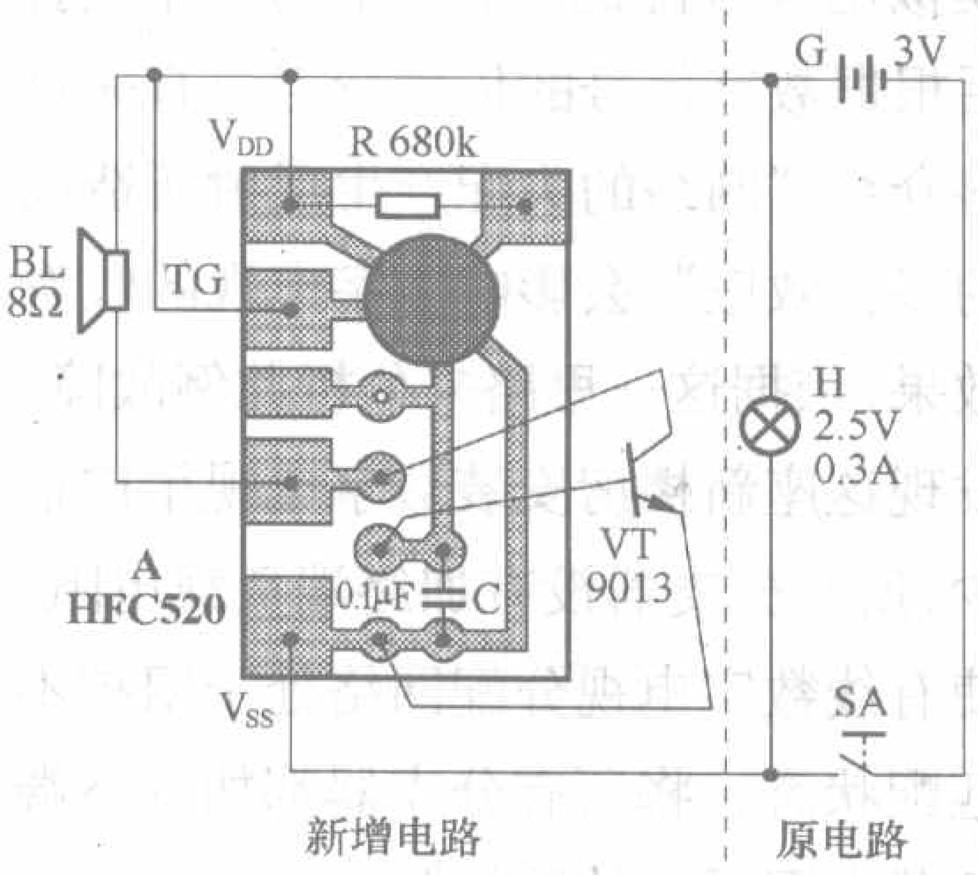


图 2

故A会反复输出内储的模拟小猪叫声电信号，经电容器C滤波、晶体三极管VT功率放大后，推动微型扬声器BL发出声音逼真响亮的模拟小猪叫声来。

二、元器件选择

IC选用HFC520型模拟小猪叫声集成电路，它采用软包封装形式制作在尺寸为20mm × 14mm的小印制电路板上，并给有外围元器件焊接脚孔，使用很方便。HFC520的主要参数:工作电压范围2.4V～5V，音频输出电流≤1mA，静态总电流<1μA，工作温度范围−10℃～60℃。

晶体管VT用9013(集电极最大允许电流I_{CM}=0.5A，集电极最大允许功耗P_{CM}=625mW)或3DG12、3DX201、3DK4型硅NPN中功率三极管，要求电流放大系数β>100。R用RTX−1/8W型碳膜电阻器。C用CT1型低频瓷介电容器。BL用φ27mm × 9mm或φ29mm × 9mm、8Ω、0.25W超薄微型动圈式扬声器，以减小体积、便于安装。

三、制作与说明

除扬声器BL外，电阻器R、电容器C和晶体三极管VT直接插焊在模拟

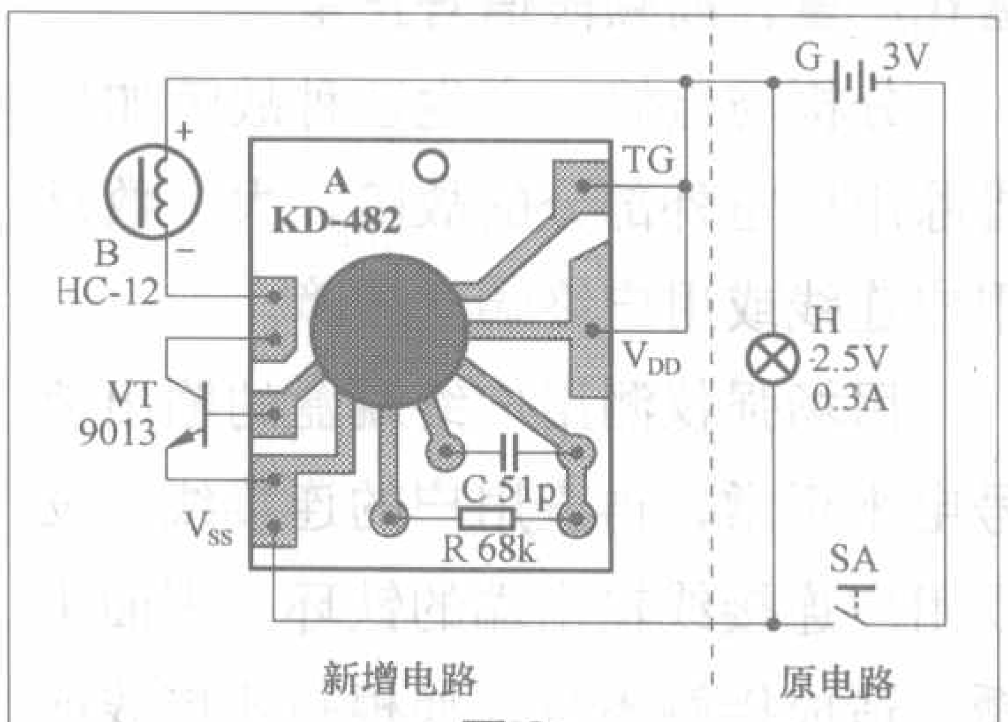


图 3

声集成电路IC的小印制电路板上。焊接时注意将电烙铁外壳良好接地，以免交流感应电压击穿IC内部CMOS电路!焊接好的模拟小猪叫声电路，设法全部装入“小猪”灯笼内，将新增电路的两根正、负电源引线直接焊到灯笼内原有的小电珠H两端(注意用万用表判断出H两端的极性)，并在灯笼适当位置处为扬声器BL开出放音孔。

制作成的电子“小猪”灯笼，电路无需任何调试即可投入使用。如嫌模拟小猪叫声不够逼真，可通过适当变换电阻器R的阻值加以调节。R取值范围为510kΩ～1MΩ。一般R阻值大，模拟猪叫声频率低、音速慢，为“大猪”叫声;阻值小时，频率高、音速快，为“小猪”叫声。

如果读者在制作时购买不到模拟小猪叫声集成电路，可按照图3所示，用KD−482型十二曲音乐集成电路来代替。虽然制作成的电子“小猪”灯笼不再发出模拟“小猪”叫声，但反复奏响的十二首世界名曲主旋律同样会令节日的小孩欢快雀跃。而且这里的发声器件不一定非用微型动圈式扬声器，也可选用更加小巧的HC−12型微型电磁讯响器(φ12mm × 8.6mm)，以更利于安装到灯笼里去。

小制作点点通

如何制作电路板

文/莫 恩

电路板图设计完成后，接下来的工作便是制作电路板，这是电子小制作中的一项重要工作。制作电路板的过程就是将依据电路原理图设计出的电路板图实物化的过程，可以说制作出一块符合要求的电路板，小制作项目也就成功了一半。

制作电路板的过程包括描绘、腐蚀、钻孔和表面处理等步骤。我们仍以图1所示集成电路调频无线话筒为例，作具体制作方法的介绍。

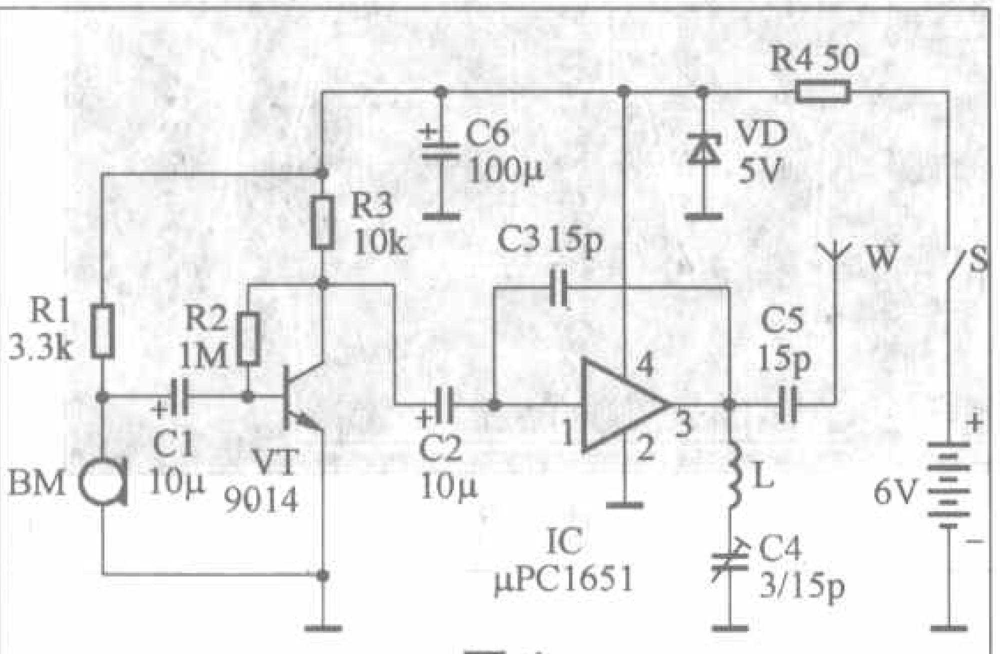


图1

一、电路板图的描绘

描绘是指将设计好的电路板图复印到敷铜板上，并用耐腐蚀材料将线路覆盖。

1. 复印

按需要大小裁切一块单面敷铜板，将图2所示电路板图用复写纸复印到敷铜板的铜箔面，如图3所示。

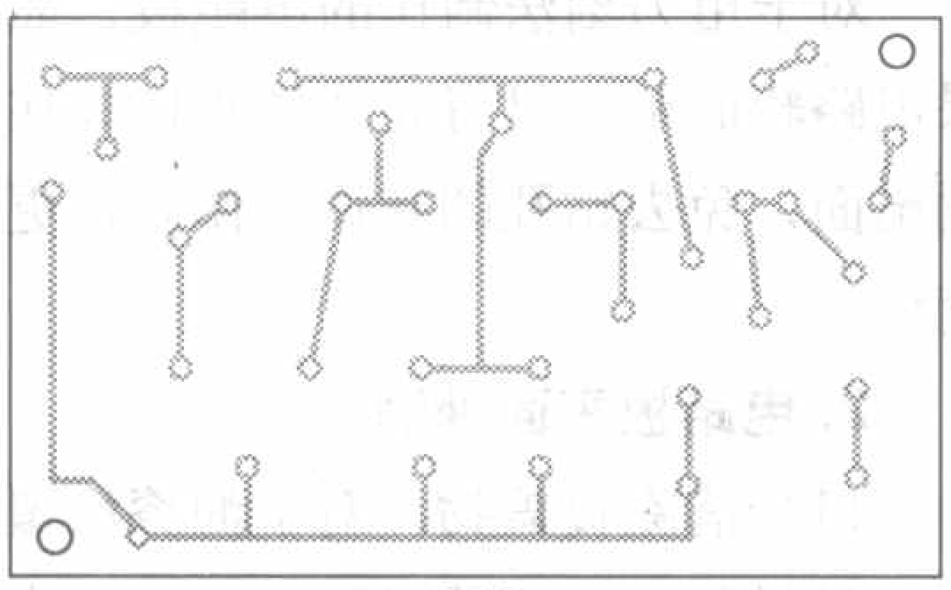


图2

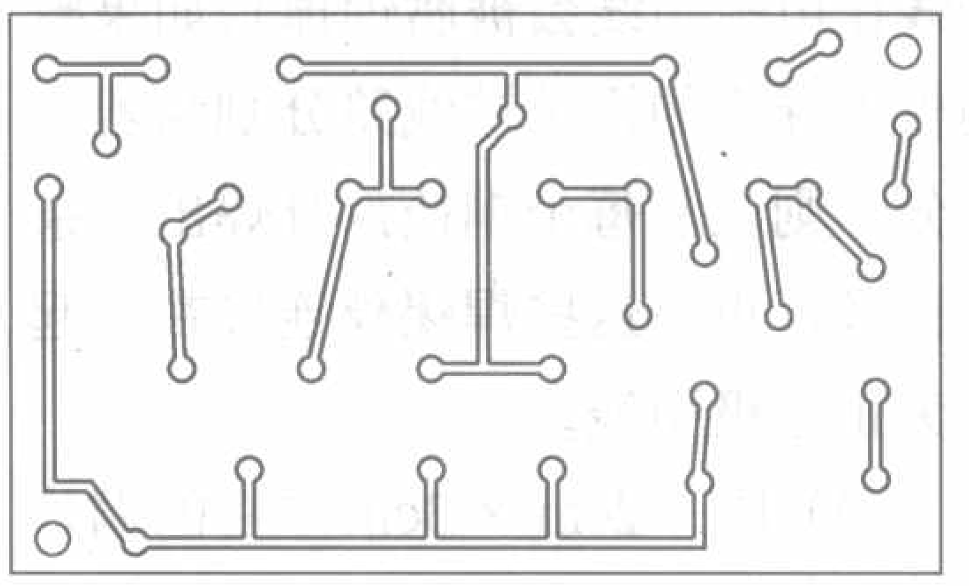


图3

2. 覆盖

覆盖的目的是将需要的铜箔部分（即线路）掩盖住，以便在腐蚀后保留下来。覆盖可以采用任何便于操作的耐腐蚀材料，例如油漆、树脂胶、涤纶胶带、耐腐蚀油彩等。

（1）**油漆覆盖法**。用小毛笔蘸少许油漆，沿敷铜板铜箔面上复印出的线路细心涂覆，如图4所示。涂覆过程中应保持线路平直，该覆盖的部分应全部严密覆盖。涂覆中万一发生溢出，可在油漆干透以后用美工刀修去。

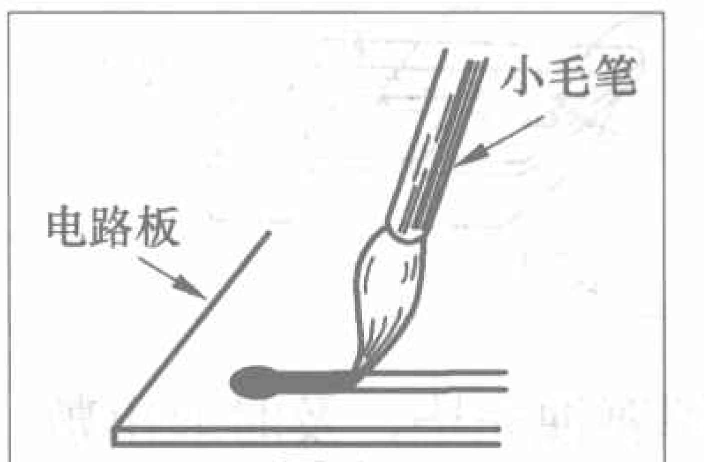


图4

也可用鸭嘴铁笔蘸取油漆涂覆，如图5所示。鸭嘴铁笔是硬笔，画直线效果较好。调节鸭嘴铁笔上的螺帽可改变鸭嘴铁笔端部缝隙，从而控制线条宽度。

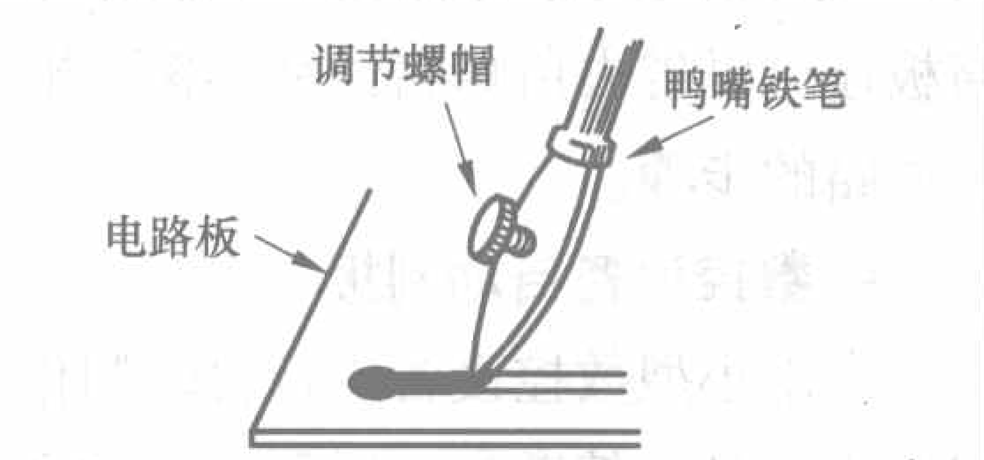


图5

（2）**记号笔覆盖法**。市面上有一种耐腐蚀的油性记号笔，用来描涂电路板十分方便，如图6所示。记号笔的笔尖有粗细若干规格，可根据线条宽度选用，还可用美工刀将笔尖切削至符合自己的要求。记号笔配合直尺能够描涂出十分平直的线条，还能够在敷铜板铜箔面上书写字符，制作出漂亮的电路板。

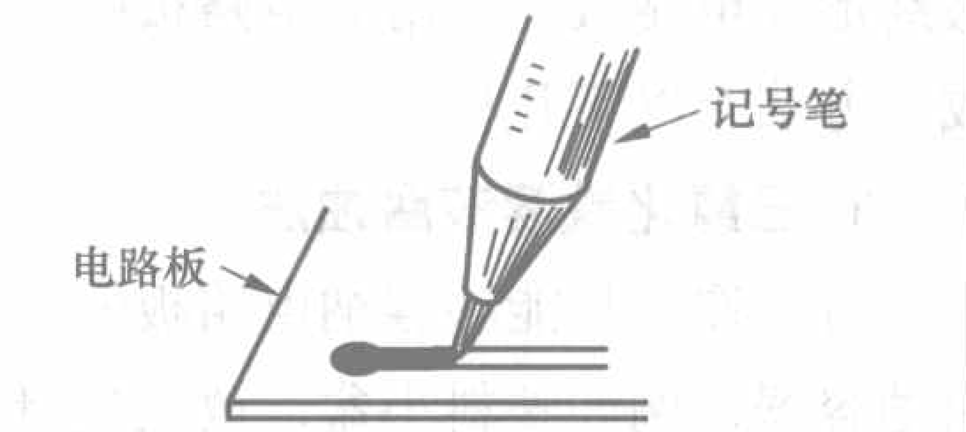


图6

（3）**涤纶胶带覆盖法**。将透明涤纶胶带粘贴到敷铜板铜箔面上，用美工刀沿复印的线路细心刻制，然后揭去空余部位的涤纶胶带，只保留线路部位的涤纶胶带，如图7所示。制作中应确保涤纶胶带粘贴紧密、无气泡，所有电路线条均被严密覆盖。

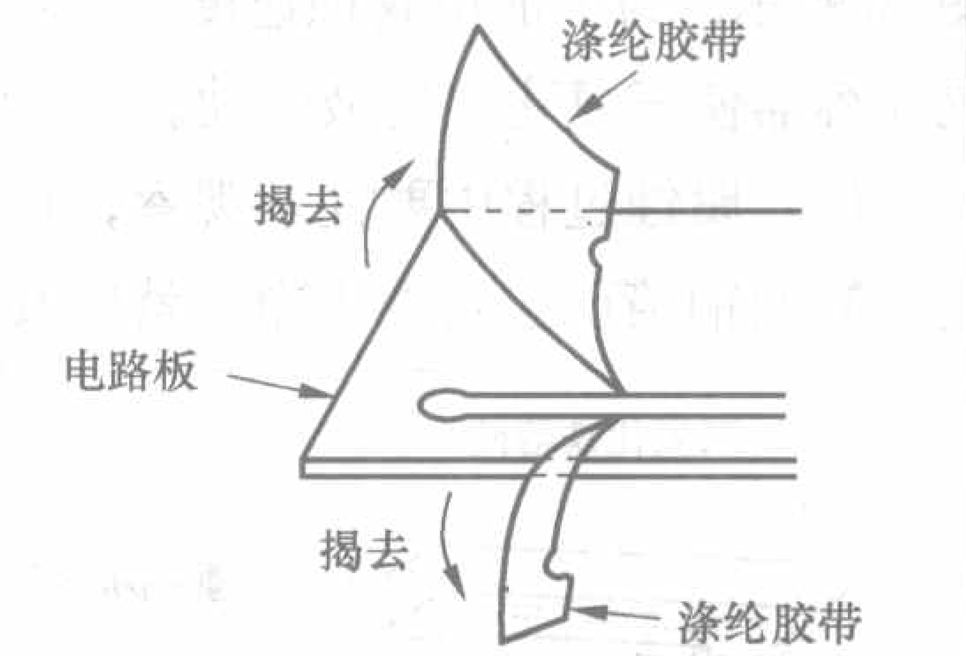


图7

（4）**喷漆法**。准备一张比电路板略大的硬纸，将电路板图用复写纸复

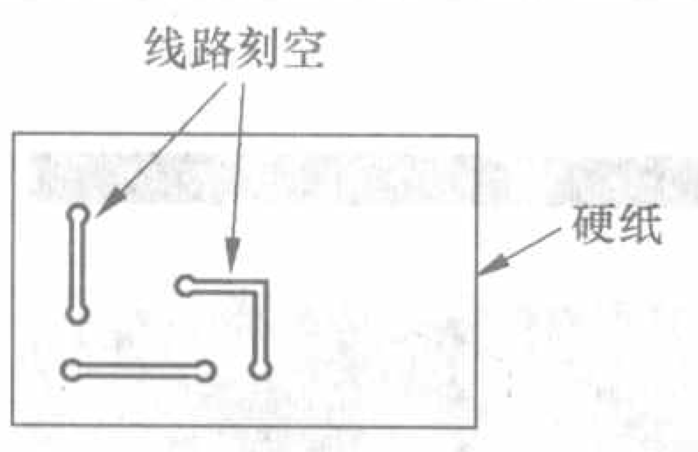


图8

印到硬纸上，用美工刀将硬纸上的线路部分刻去（掏空），即成为电路板的模板，如图8所示。将模板紧密覆盖在敷铜板铜箔面上，然后进行喷漆即可，如图9所示。喷漆法特别适合小批量制作电路板。

图9

二、电路板的腐蚀成形

腐蚀是指将描绘好线路的敷铜板放入腐蚀液中腐蚀去多余的铜箔部分，最终形成电路板。常用的电路板腐蚀成形方法有以下几种。

1. 三氯化铁溶液腐蚀法

（1）取一只能够容纳电路板的耐腐蚀容器，例如塑料小盆，放入适量的三氯化铁（一般为固体），并加入2至3倍的水，以能够完全淹没需腐蚀的敷铜板为准。三氯化铁与水的配比没有严格要求，浓度高一些则腐蚀速度快一些。

（2）将描绘好线路的敷铜板投入三氯化铁溶液中，敷铜板上没有被覆盖的铜箔部分即会逐渐被腐蚀掉，如图10所示。为了加快腐蚀速度，可以晃动容器使三氯化铁溶液流动。

（3）腐蚀过程中要注意观察，只要裸露的铜箔已被腐蚀干净，就应及时将敷铜板取出，并用清水冲洗干净，以防腐蚀过度。

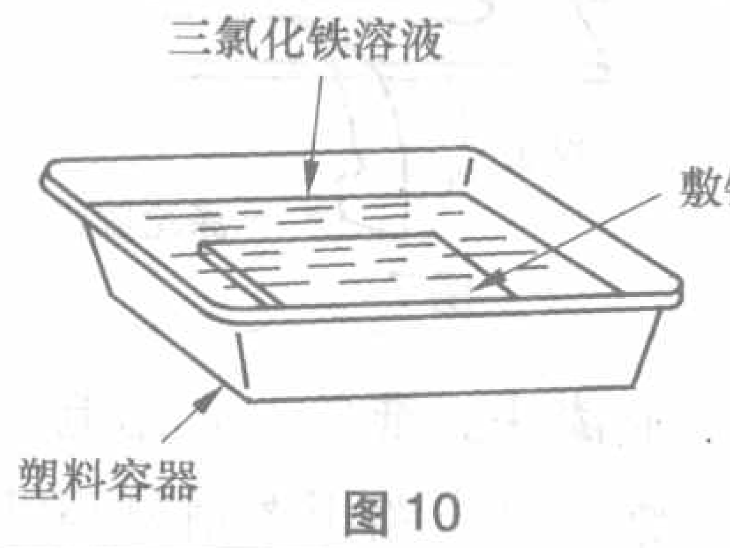


图10

2. 电解盐水腐蚀法

（1）取一只容量合适的耐腐蚀容器，加入一汤匙食盐和适量的水，以能够完全淹没需腐蚀的敷铜板为准。

（2）在敷铜板上裸露的铜箔部分任意处焊上一截20cm左右长度的焊锡丝作为电解的正电极引线（因为铜导线作电极引线会被腐蚀掉）。如果敷铜板上裸露的铜箔被线路分割为若干部分，则应从每个铜箔部分焊出一条焊锡丝，再将这些焊锡丝连接在一起作为正电极引线。

（3）取一2cm × 3cm左右的铜片作为电解的负极板，并焊上一截导线作为负电极引线。

（4）将敷铜板和负极板放入盐水中，注意敷铜板和负极板不能相碰。正、负电极引线接至可调直流电源，如图11所示。从低到高逐渐调高电源电压，当负极板上有水泡产生，敷铜板铜箔部分有黄绿色絮状物（氧化铜）产生，表示电解腐蚀已经开始。

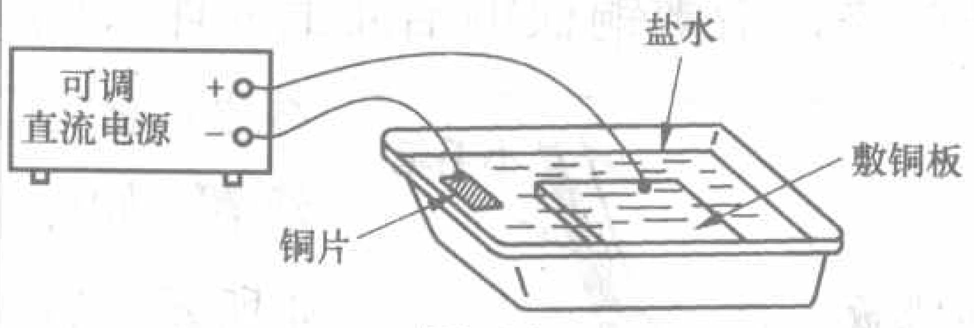


图11

（5）电解腐蚀完毕，及时取出敷铜板并冲洗干净即可。

3. 刀刻法

如果电路较简单，也可以采用刀刻法制作电路板，即用美工刀等锋利刻刀将敷铜板上不需要的铜箔部分刻去，留下电路线条即可。采用刀刻法制作时焊盘与线条均为直线，便于刻制，如图12所示。采用刀刻法制作电路板还可以省去用耐腐蚀材料覆盖铜箔线路的步骤。

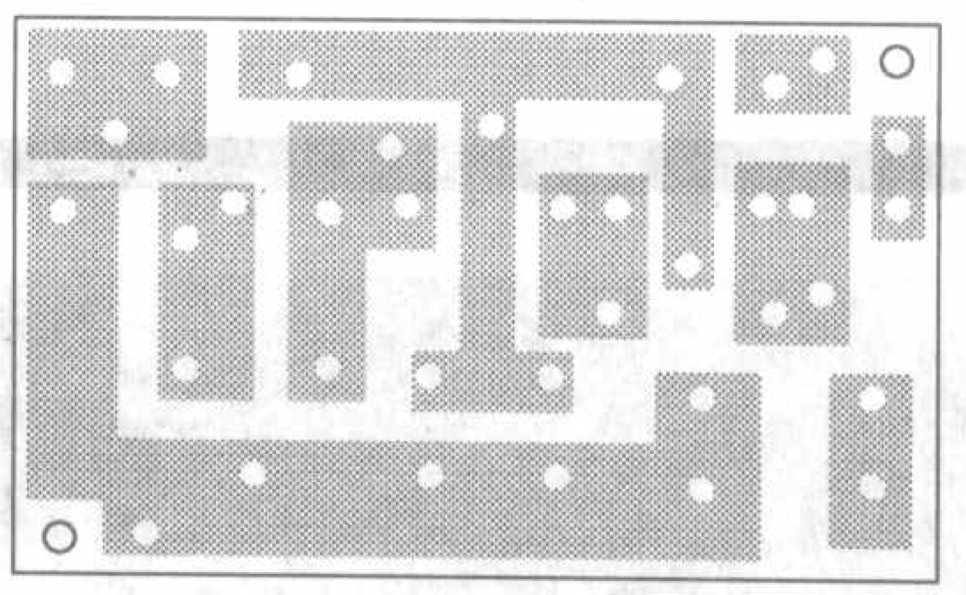


图12

4. 数控设备自动制板

采用小型数控设备进行自动制作电路板，具有精度高、质量好、适合批量生产的特点。

（1）**快速腐蚀机**。通过耐腐蚀水泵使腐蚀液以漫流方式不停地流过敷铜板，提高了制板速度和质量。

（2）**数控自动制板机**。输入设计好的电路板图，约20分钟即可制作出精美的电路板。

（3）**数控精密钻铣机**。国际标准指令接口，可兼容各种流行的雕刻软件，采用雕刻的方法完成电路板的制作，如图13所示。

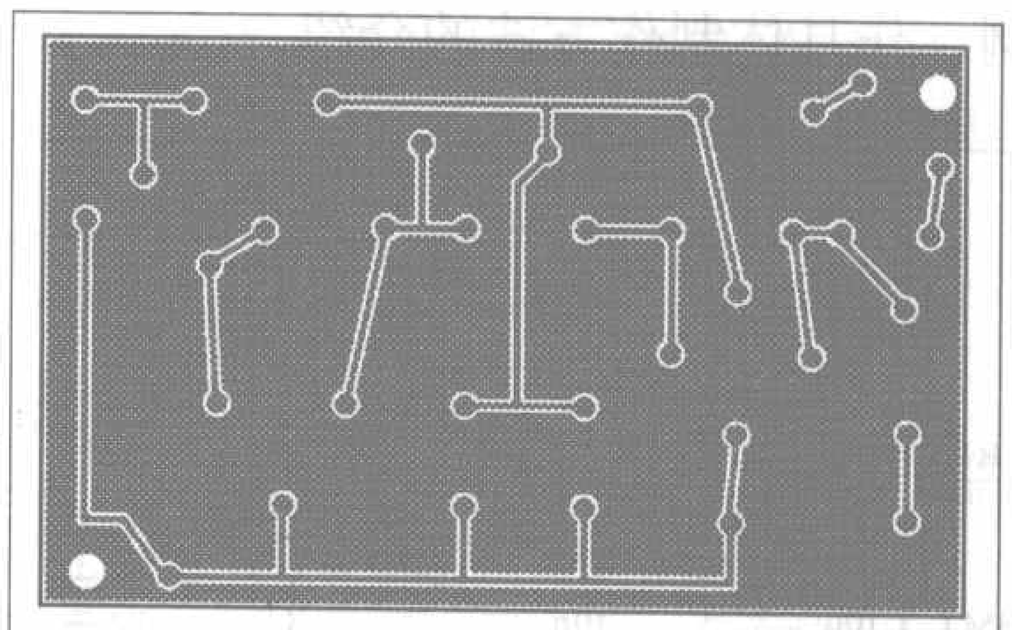


图13

三、电路板的钻孔和表面处理

电路板腐蚀成形后，还需要进行钻孔和表面处理。

1. 钻孔

用0.8mm～1mm的钻头在电路板焊盘处钻出元器件安装孔，用大小合适的钻头钻出电位器、可变电容器、变压器等较大元器件的固定孔和电路板安装孔。

对于用刀刻法制作的电路板，如果电路较简单，可将元器件直接焊在铜箔面，免去钻孔的麻烦，使制作更简便。

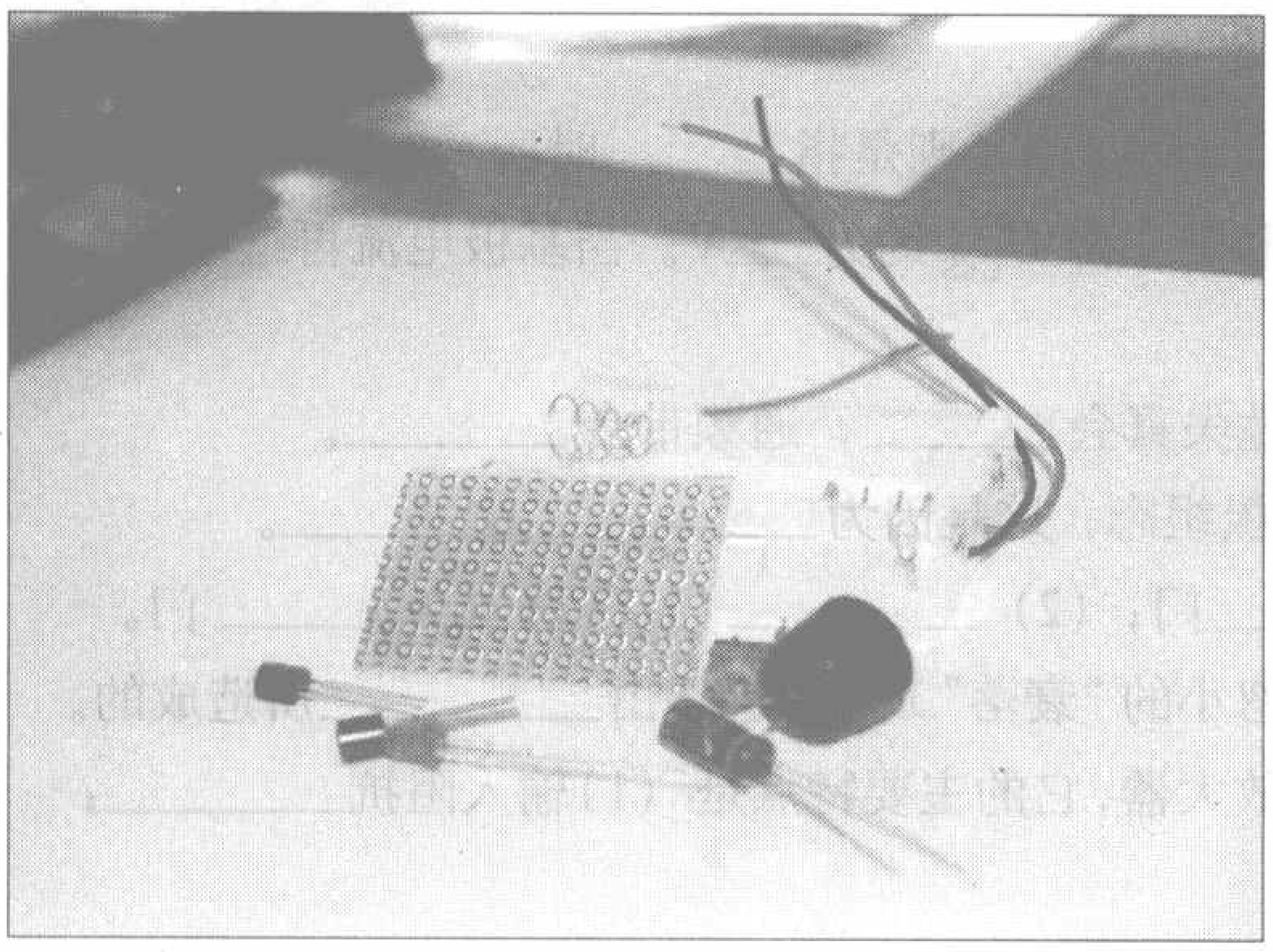
2. 电路板表面处理

（1）**清除覆盖物**。对于油漆涂覆层，可以用开水烫一下后小心揭去，也

2006年北京市中小学生电子技术比赛
装机竞赛内容分析

文/张 军

装机竞赛内容及说明（高中组）



1.比赛内容：安装图1所示电子节拍、计时器的电路。

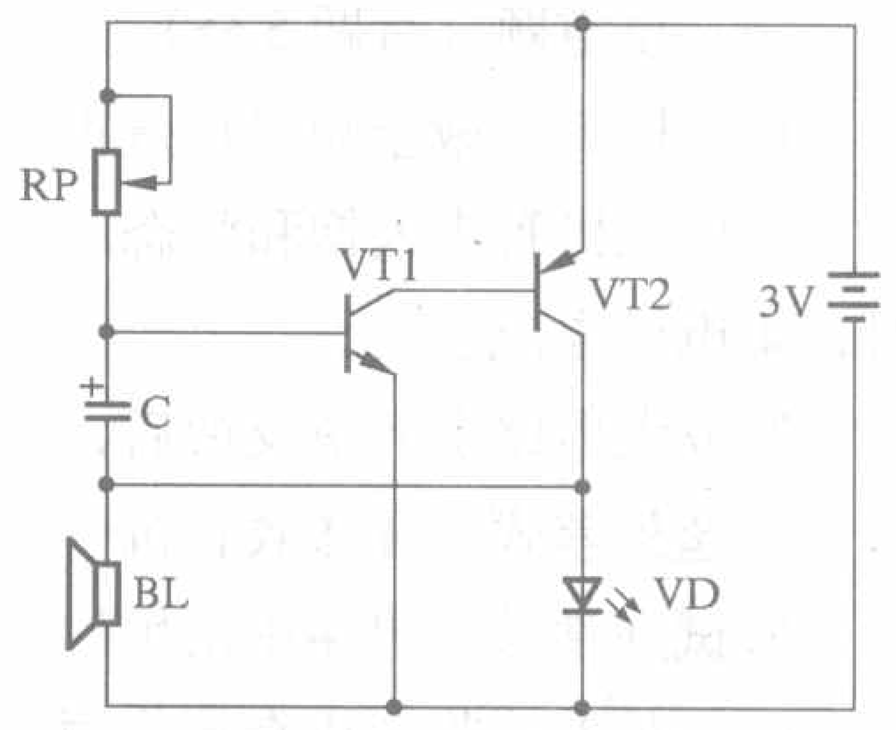


图1

元件清单：VT1 9014、VT2 9015为三极管，其管脚排列图见图2，C为22μF电解电容，RP为500kΩ微调电阻，VD为发光二极管，BL为小型扬声器，电池盒1个，2节5号电池，万用印制板1个。

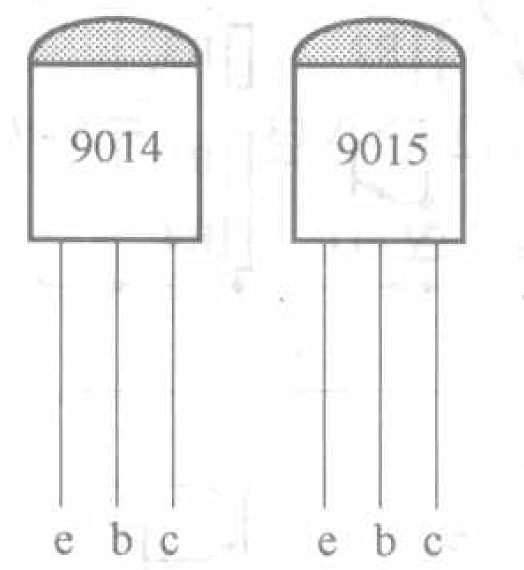


图2

2.具体要求

（1）打开包装袋，按照电路图核对所给的元器件数量。

（2）用万用表对所给的元器件进行测试。

（3）所发元器件一律为正品，如发现个别元器件有质量问题，请举手找裁判更换，判断错误扣10分。

（4）所用的电路板为实验板，元器件布局及走线需现场设计，如布局合理，用元件本身的引线便可完成连接，无需另配导线。

（5）电路连接正确后，安装电池，应发出节拍声，发光二极管也随之闪烁，调整微调电阻可改变节拍快慢，表明安装成功，可交作品。

可用竹木筷子等刮去。对于记号笔迹可用酒精或香蕉水擦去，或用细砂纸磨去。对于涤纶胶带等覆盖物，揭去即可。

（2）**清除铜箔面氧化层**。电路板制好后，首先应彻底清除铜箔面氧化层，一般情况下可用橡皮擦，这样不易损伤铜箔，如图14所示。

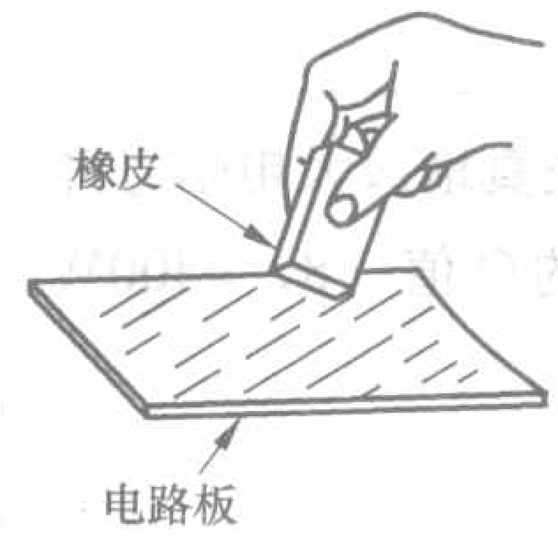


图14

有些印制电路板，由于受潮或存放时间较久，铜箔面氧化严重，用橡皮不易擦净的，可先用细砂纸轻轻打磨，如图15所示，然后再用橡皮擦，直至铜箔面光洁如新。

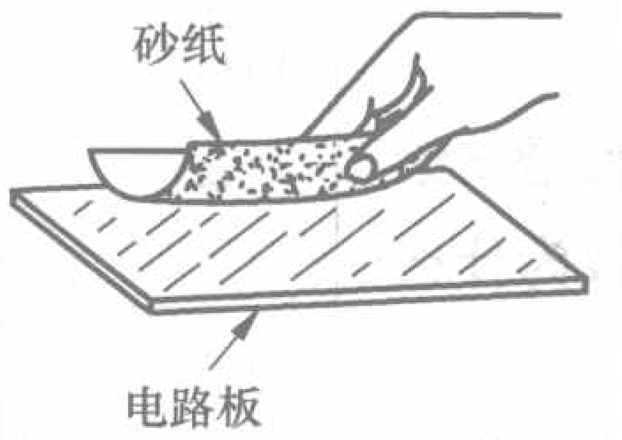


图15

（3）**涂覆助焊保护层**。清洁好的电路板，最好涂上一层松香水作为助焊保护层。松香水的配制方法是：将松香碾压成粉末，溶解于2~3倍的酒精中即可。松香水浓一些效果较好。

用干净毛笔或小刷子蘸上松香水，在电路板的铜箔面均匀地涂刷一层，如图16所示，然后晾干即可。松香水涂层很容易挥发硬结，覆盖在电路板上既是保护层（保护铜箔不再氧化），又是良好的助焊剂。至此，一块美观实用的电路板即制作完成。

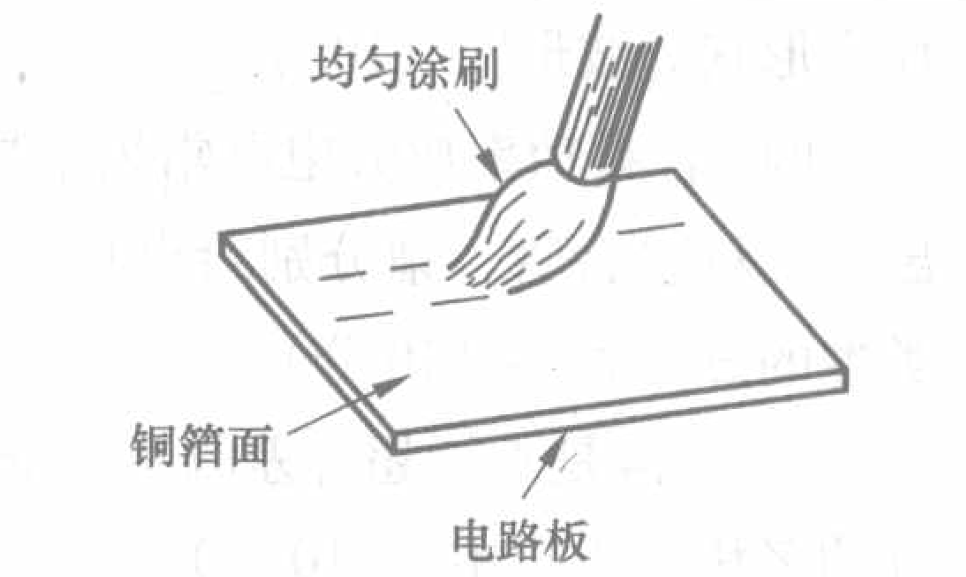


图16

2006年北京市中小学生电子技术竞赛笔试题

文/宋东生

高中组

一、填空题（每题5分）

1.三极管的截止频率$f_β$是指______时所对应的信号频率；而特征频率f_r则是指______时所对应的信号频率。

2.硅三极管进入饱和状态后，前向压降U_{BE}约为___V，饱和管压降U_{CES}约为___V。当基极电流再继续增大时，集电极电流______________。

3.放大电路引入负反馈后，电压放大倍数会______，非线性失真会______，通频带会________。

4.超外差式半导体收音机中，本机振荡器的三极管采用共基极组态，这是因为________________。

5.试列举数字电路中常用的三种逻辑门电路：(1)________门；(2)________门；(3)________门。

6.超外差式收音机在接收短波段的广播时，常出现声音忽大忽小的“衰落”现象，这是由________所造成的。

7.射极输出器（射极跟随器）是一种接成共______极组态的放大器，它的主要特点是：(1)输入阻抗________；(2)输出阻抗__________；(3)电压放大倍数__________。

8.为了准确地测量电路中的电压，应选用内阻_____的电压表。

9.我国规定触电后不会造成人身伤害的最大安全电压值为__________V。

10.一台电暖器的额定功率为1100W，接在220V交流电源上，它向电网取用的电流为______A。若这台电暖器每天使用5小时，一个月（30天）耗电_____度。

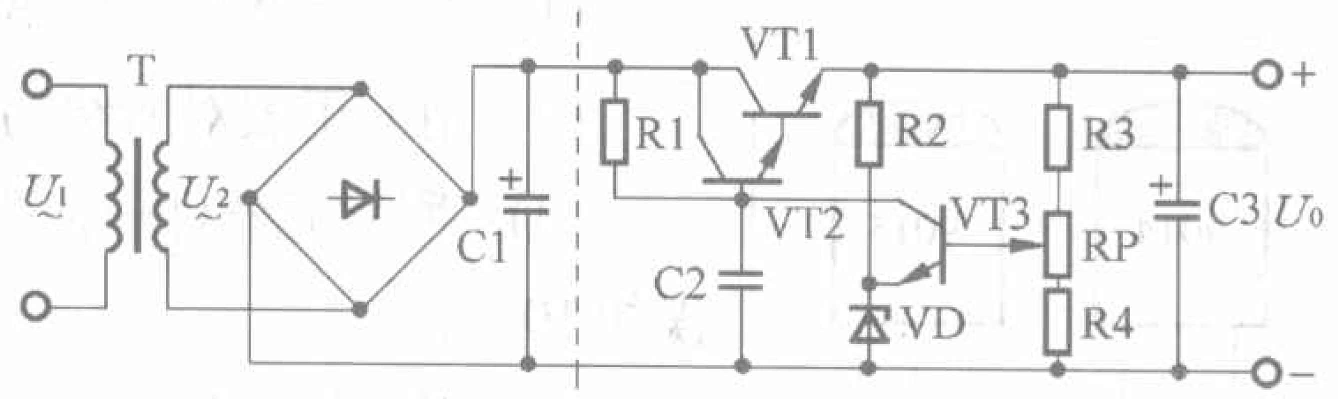


图1

二、试说明图1所示典型直流稳压电源电路中各个元器件的作用（只分析虚线右侧部分）。(20分)

三、图2是典型的自激多谐振荡器电路，试说明发光二极管VD1、VD2的闪烁频率与哪些元器件有关？在三极管VT1、VT2的集电极输出的是什么形状的波形？（10分）

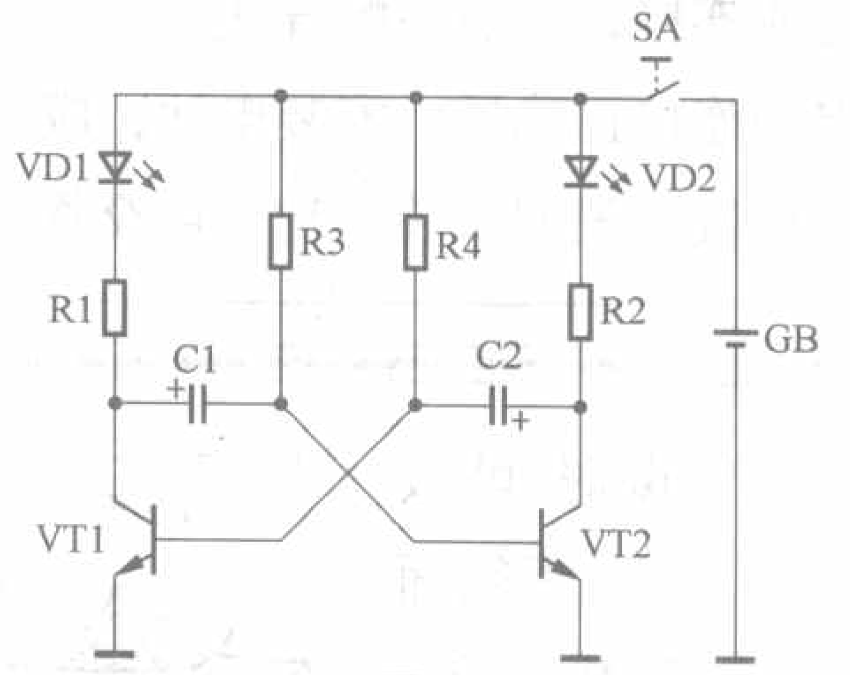


图2

四、音频功率放大电路常采用复合管。图3给出了几种复合管，请分别给出它们各等效为什么类型的三极管？（10分）

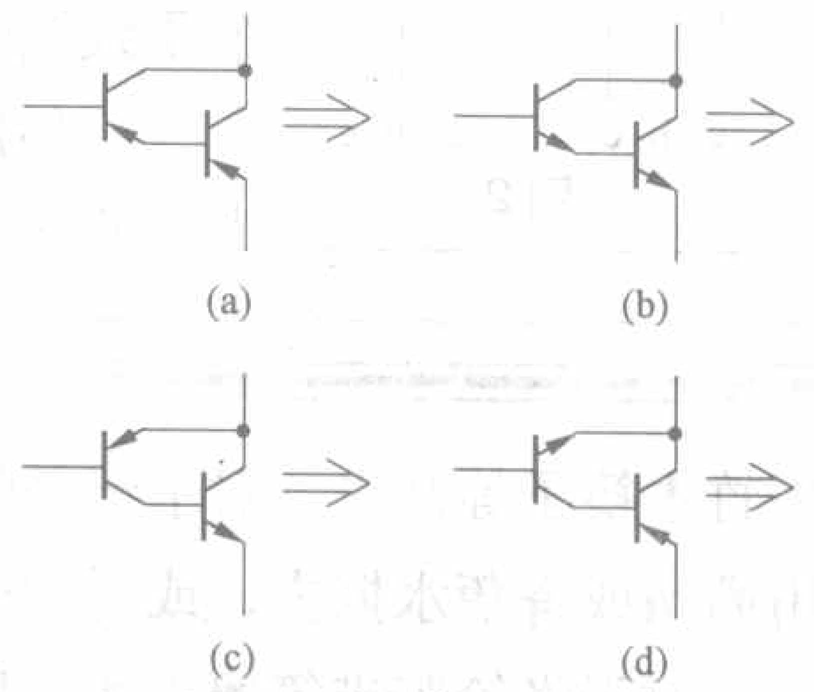


图3

五、图4是六管超外差收音机框图，请把各部分的名称填入框中。(10分)

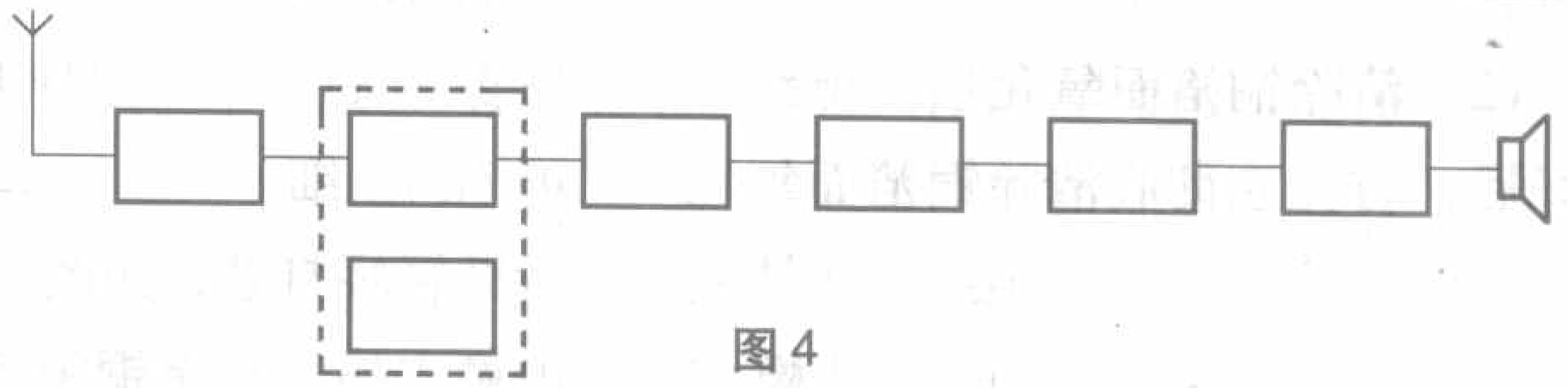


图4

初中组答案

一、1．100mA　2．电容量　耐压值　3．变大　变大　变小　4．I_{CM}　P_{CM}　BV_{CEO}　5．不失真地放大电信号并尽可能地减小静态功耗　6．200m　7．补偿高频趋肤效应，减小线圈有效电阻，提高谐振回路的Q值　8．4400W　9．中间位置　10．小规模集成电路　中规模集成电路　大规模集成电路　超大规模集成电路

二、1．×　2．√　3．√　4．×　5．√

三、14.1V　6V

四、电压串联负反馈　电流串联负反馈

五、(a) 1　(b) 1　(c) 0

学·做·用

趣味“黑白猪”音响盒

文/张晓东

一黑一白，长着两只小眼睛、方形身材的卡通“黑白猪”（原名：MonokuRo Boo）形象，是日本偶像创作旗舰公司于2005年3月推出的一款让人爱不释手的作品。黑猪与白猪可以说是个天衣无缝的组合，黑猪冷酷、不多话且不修边幅，白猪白得可爱，身上散发着淡淡的清香，经常吸引小蜜蜂在它身边打转……。随着猪年的临近，“黑白猪” 造型或印有“黑白猪”卡通形象的各种小商（饰）品、玩具、食品等正风靡市场，深受人们尤其是青少年和女士的欢迎。

笔者追赶时髦设计的“黑白猪”音响盒向你恭贺新年啦：按一下“白猪”的鼻子，音响盒便奏响长约15s的《拜年歌》主旋律；按一下“黑猪”的鼻子，音响盒便发出逼真响亮的模拟小猪叫声；用手指轻敲一下盒面板上的“BOO”图标，音响盒便发出长约20s的模拟鞭炮燃放声，多么有趣呀！心动不如行动，赶快跟我制作吧！

一、工作原理

“黑白猪”音响盒的电路如图1所示。音乐集成电路IC1和模拟声集成电路IC2、IC3构成音源发生电路，晶体三极管VT1～VT3构成音响功率放大电路。BL为共用扬声器。

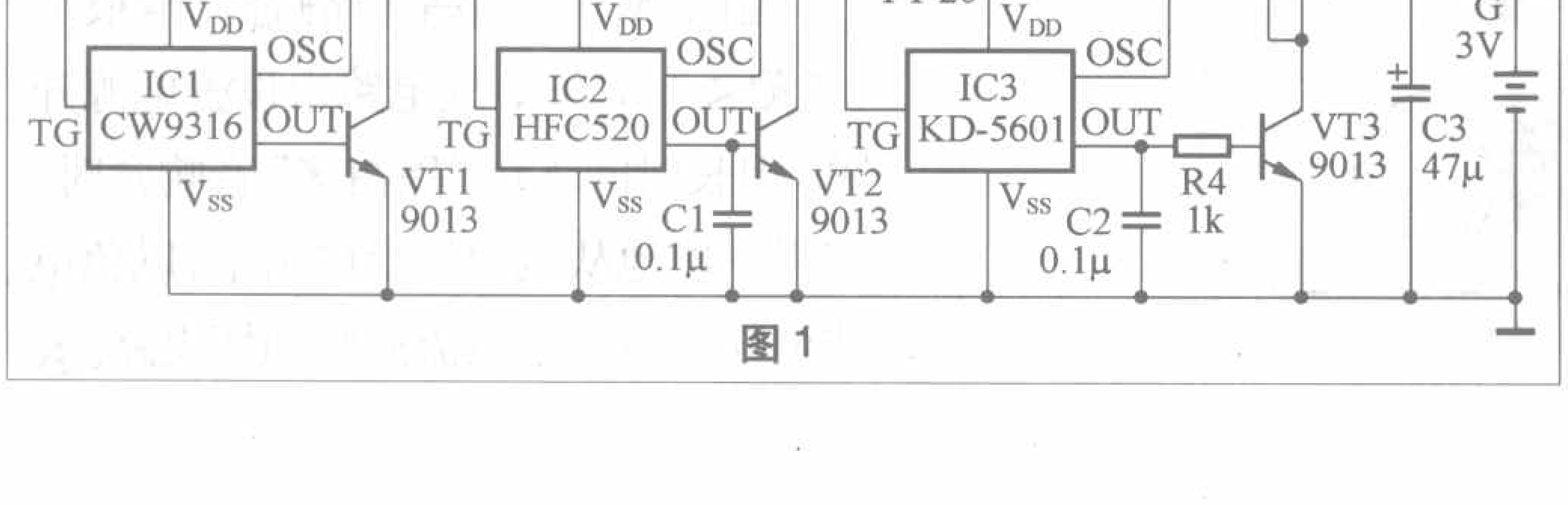


图1

当用手按动一下轻触式按键开关SB1时，音乐集成电路IC1的TG端获得正脉冲触发信号，其OUT端将会输出内储的《拜年歌》主旋律电信号，经晶体三极管VT1功率放大后，推动扬声器BL发出长约15s的悦耳动听乐曲；当按动一下轻触式按键开关SB2时，模拟声集成电路IC2受触发输出长约7s的模拟小猪叫声电信号，经晶体三极管VT2功率放大后，推动扬声器BL发出逼真响亮的小猪叫声；当用手指轻敲一下音响盒面板上的“BOO”图标时，粘贴在背面的压电陶瓷片B1受到机械振动，由于压电效应，B1两端就会产生感应电压，从而触发模拟声集成电路IC3输出长约20s的鞭炮燃放声电信号，经晶体三极管VT3功率放大后，推动扬声器BL发出“噼噼—啪啪……”声。当先后按动轻触式按键开关SB1、SB2时，扬声器BL在奏响乐曲的同时，还会夹带有小猪的叫声；当按动轻触式按键开关SB1或SB2后，再用手指轻敲一下面板上的“BOO”图标，则扬声器BL在奏响乐曲或发出小猪叫声的同时，会夹带有鞭炮燃放声，声音花样变化多，听起来挺有趣味。

电路中，R1为音乐集成电路IC1的外接振荡电阻器，其阻值大小影响乐曲演奏的速度和音调。R2为模拟声集成电路IC2的外接振荡电阻器，其阻值大小影响模拟小猪叫声的速度和音调；C1为IC2输出信号旁路电容器，主要用于滤去IC2输出电信号中一些不悦耳的谐波成分，使模拟小猪叫声更加逼真响亮。R3为模拟声集成电路IC3的外接振荡电阻器，其阻值大小影响“鞭炮”声的速度快慢和音调高低；电容器C2主要用于滤去IC3所输出信号中一些不悦耳的谐波成分，使“鞭炮”声更加清脆响亮；电阻器R4主要起限流作用，可有效防止个别β值过高的功率放大三极管VT3产生自激现象。电容器C3用来减小电池G的交流内阻，使电池快用完导致内阻增大时，扬声器BL发声仍保持纯正不失真。

二、元器件选择

IC1选用CW9316型音乐集成电路，它采用软包封装形式制作在尺寸约为23mm × 14mm的小印制电路板上，并给有外围元器件焊接脚孔，使用很方便。CW9316的主要参数为：工作电压范围1.3V～5V，触发电压（正脉冲或高电平有效）≥1/2V_{DD}，触发电流≤40μA；当工作电压为1.5V时，实测输出电流≥2mA、静态总电流＜0.5μA；工作温度范围−10℃～60℃。IC1也可用同类产品CW9311（内储《春节快乐》曲）或外形基本一致的KD−9316、KD−15系列（电阻器R1省掉不用）音乐集成电路直接代换。

IC2选用HFC520型模拟小猪叫声集成电路，它采用软包封装形式制作在尺寸约为20mm × 14mm的小印

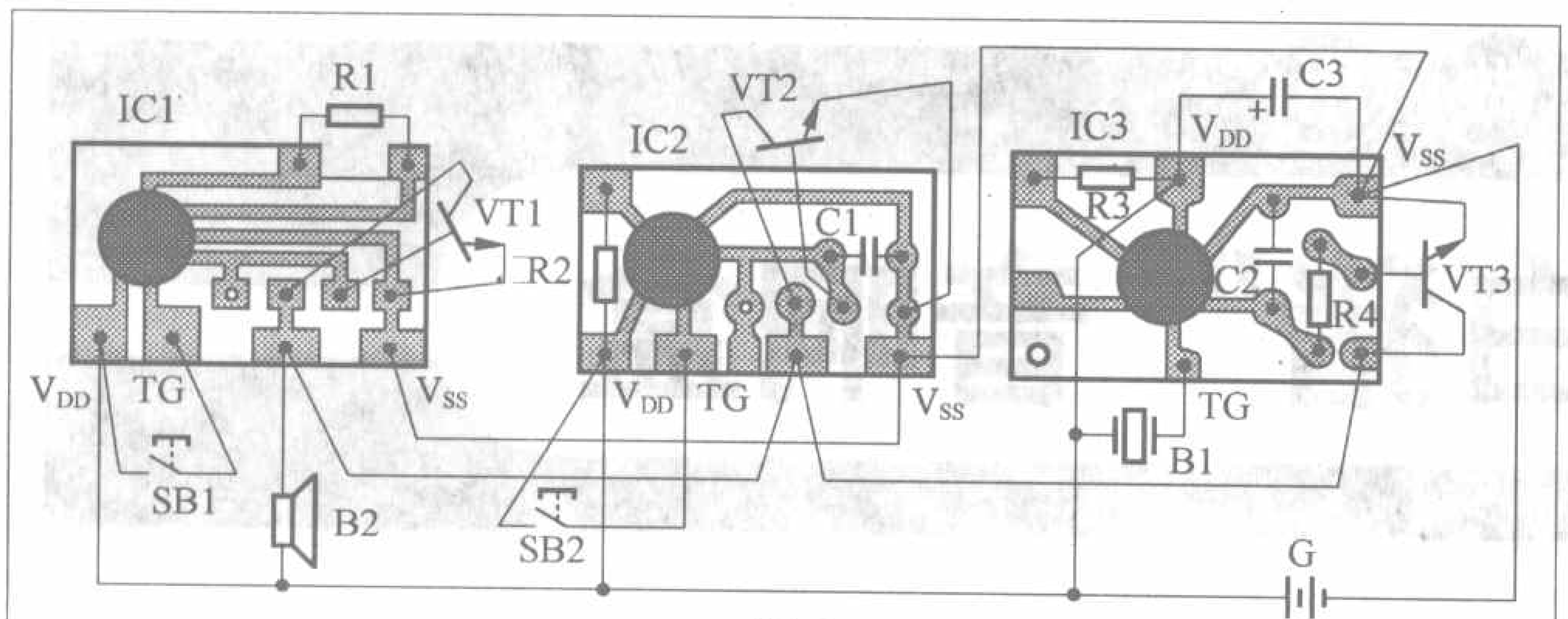


图2

制电路板上。HFC520的主要参数：工作电压范围2.4V～5V，触发电压（正脉冲或高电平有效）≥$1/2V_{DD}$，音频输出电流≤1mA，静态总电流<1μA，工作温度范围−10℃～60℃。

IC3选用KD−5601型模拟声集成电路，它采用软包封装形式制作在尺寸约为23mm × 14mm的小印制电路板上。KD−5601的主要参数为：典型工作电压为3V，触发端允许输入电压范围V_{SS}−0.3～V_{DD} +0.3V，音频输出端驱动电流≥1mA，静态耗电≤1μA，使用温度范围−10℃～60℃。

读者在制作时如果购买不到上面介绍的音乐和模拟声集成电路，也可用自己手头现有的各种音乐、模拟声和语音集成电路芯片来代换。通常，这类集成电路不管型号、外形如何，只要是能够用正脉冲触发、采用NPN型三极管进行功率放大，在分清楚了电源正极（V_{DD}端）、电源负极（V_{SS}端）、外接振荡电阻器和电容器公共端OSC（通常电阻器的另一脚接V_{DD}端、电容器的另一脚接V_{SS}端。注意，有些产品不用电容器，有些干脆两个都不用，故也就没有OSC端）、正脉冲触发端TG和音频输出端OUT后，均可直接接入电路进行代换。

VT1～VT3均用9013（集电极最大允许电流I_{CM}=0.5A，集电极最大允许功耗P_{CM}=625mW）或3DG12、3DX201、3DK4型硅NPN中功率三极管，要求电流放大系数β > 100。

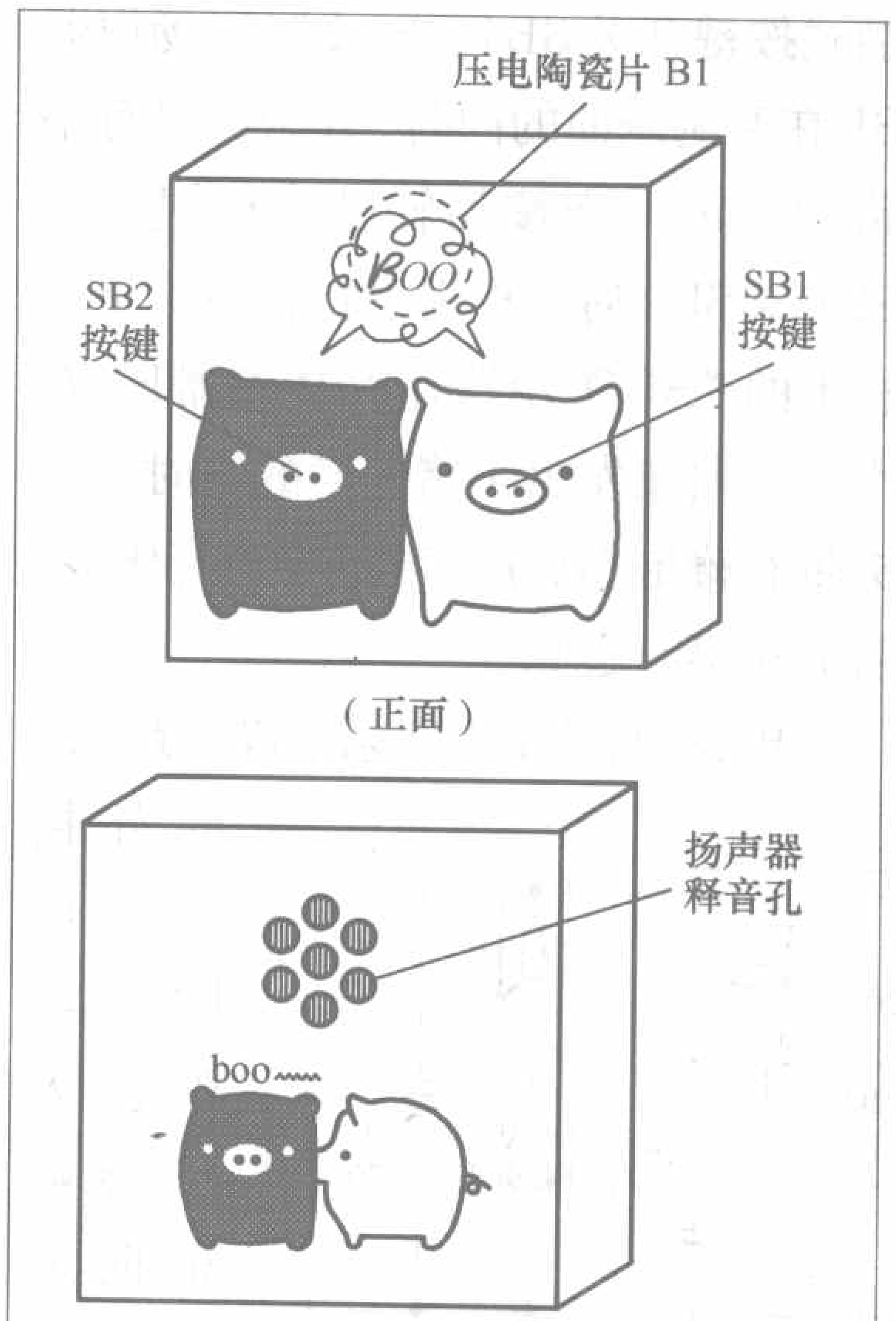
R1～R4均用RTX−1/8W型碳膜电阻器。C1、C2均用CT1型低频瓷介电容器或CT4D型独石电容器，C3用CD11−10V型电解电容器。B1用FT−20或FT−27型压电陶瓷片；BL用ϕ29mm × 9mm或ϕ27mm × 9mm、8Ω、0.25W超薄微型动圈式扬声器，以减小体积、方便安装。

SB1、SB2均用6mm × 6mm小型轻触式按键开关，要求按键帽凸高约为3mm（略大于安装外壳厚度）。G用两节5号或7号干电池串联（需配塑料电池架）而成，电压为3V；如嫌扬声器发声小，可将电压提高到4.5V，即用3节干电池串联后供电。

三、制作与使用

整个电路以音乐集成电路IC1和模拟声集成电路IC2、IC3为基板，按照图2所示进行焊接，不必另外再制作印制电路板。焊接时注意：电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿IC1～IC3内部CMOS电路！

外观设计可参照图3，装入尺寸约为65mm × 65mm × 20mm的绝缘材料小盒内。小盒可直接采用现成的塑料香皂盒、圆形护肤霜空盒等，只要体积合适都可以使用。盒正面粘贴一张大小适中的市售卡通“黑白猪”不干胶贴图。粘贴图片前，事先在盒面板两个“猪鼻子”的部位，分别开出ϕ4mm的小孔，并按照图4所示用热熔胶粘固好小型轻触式按键开关SB1和SB2。业余条件下粘固可不必用专门的热熔胶枪，用电烙铁直接加热从五金商店购买来的热熔胶棒进行粘固即可。盒正面图片粘贴好后，在盒面板里侧正对“BOO”图标的位置，用热熔胶或薄双面不干胶带纸紧贴盒内壁粘贴好压电陶瓷片B1。盒背面则为扬声器BL开出释音孔，并粘贴一张小一点的卡通“黑白猪”不干胶贴图，以起装饰美化作用。



（背面）图3

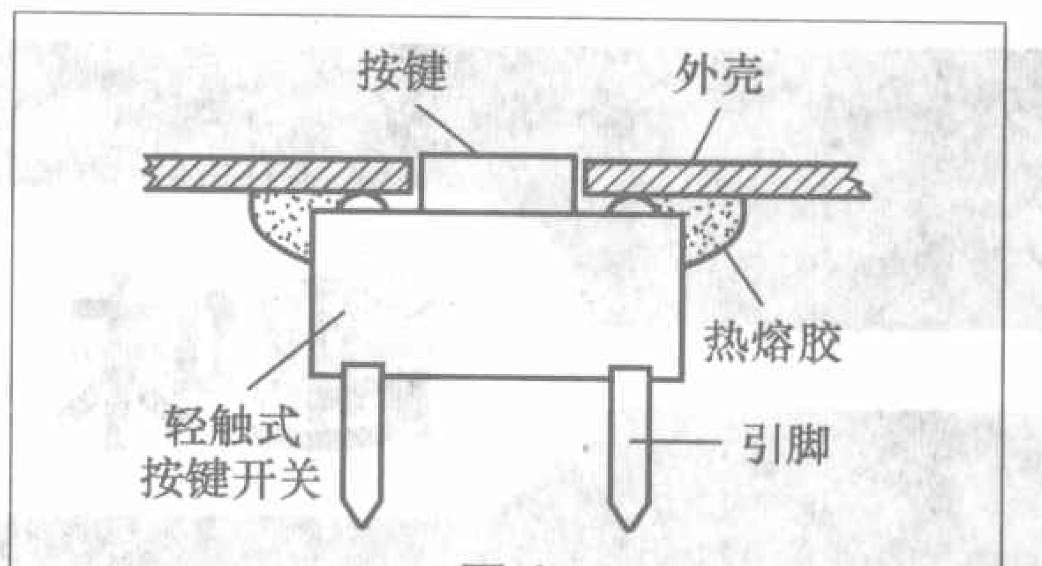


图4

装配成的“黑白猪”音响盒，只要电路元器件质量良好，焊接无误，一般不需任何调试便可投入使用。如嫌音乐演奏声速度太快或太慢，可通过适当增大或减小电阻器R1的阻值（47kΩ～82kΩ之间）来加以调节；如嫌模拟小猪叫声不够逼真，可通过适当增减电阻器R2的阻值（510kΩ～1MΩ之间）来加以调节；如嫌模拟“爆竹”声不够逼真，可通过适当改变电阻器R3的阻值（910kΩ～1.5MΩ之间）来加以调节，直到满意为止。

由于整个电路平时静态耗电很小（实测<1μA），故电路未设置电源开关。但长时间不玩“黑白猪”音响盒时，应将干电池从电池架上取出来，以免电能消耗尽后，电池流液腐蚀坏电路。

无线编码遥控门铃教学套件的原理与制作

文/孙心若

无线编码遥控门铃电路由编码信号发射和接收两部分组成，其可靠性、抗干扰性优于传统门铃，正得到越来越多的广泛应用。通过对本教学套件的组装，可以使青少年直观地了解无线电发射、接收电路和遥控编码、解码电路的工作原理，掌握调试电路的基本方法，对提高学生实际动手能力有着非常好的效果。图1是无线编码遥控门铃教学套件的外观照片。

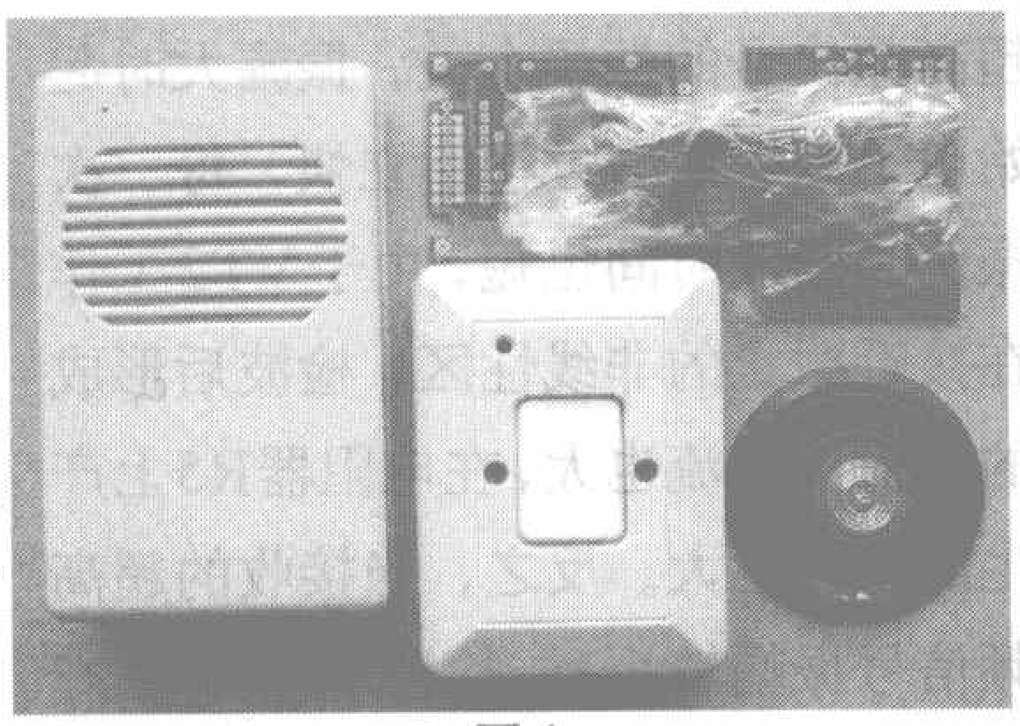


图1

表1 PT2262引脚功能

名称	管脚	说明
A0～A11	1～8、10～13	地址引脚，用于进行地址编码，可设置为0、1和f（悬空)状态，可以任意组合
D0～D5	7-8、10-13	数据输入端，有一个为1时，即有编码发出，内部有下拉电阻器
VCC	18	电源正端
VSS	9	电源负端
$\overline{TE}$	14	编码启动端，用于多数据的编码发射，低电平有效
OSC1	16	电阻振荡器输入端，与OSC2端之间所接的电阻器决定振荡频率
OSC2	15	电阻振荡器输出端
Dout	17	编码输出端（静态时为低电平）

表2 PT2272引脚功能

名称	管脚	说明
A0～A11	1～8、10～13	地址引脚，用于进行地址编码，可设置为0、1和f（悬空)状态，必须与2262一致，否则不能解码
D0～D5	7-8、10-13	地址或数据引脚，作为数据管脚，只有在地址码与2262一致时，数据管脚才能输出与2262数据端对应的高电平，否则输出为低电平
VCC	18	电源正端
VSS	9	电源负端
DIN	14	数据信号输入端，来自接收模块输出端
OSC1	16	电阻振荡器输入端，与OSC2端之间所接电阻器决定振荡频率
OSC2	15	电阻振荡器输出端
VT	17	解码有效确认输出端，解码确认有效时升为高电平（瞬态）

一、工作原理

1.编解码集成电路

进入20世纪80年代中后期，随着CMOS技术和中、大规模集成电路技术的成熟，出现专门为遥控系统设计制造的编解码集成电路，使得遥控系统设计简单化，编解码集成电路具有低功耗、低价格、外部元器件少，工作电压范围宽（2.6V～15V)、重码率极低的特点，广泛应用于车辆、家庭防盗系统、遥控玩具或其他电器遥控等场合。代表性的产品有LM1871/1872、MC145026/145027、PT2262/2272、VD5026/5027等。近年来，大多数私家车安装了“机动车防盗器”，按下锁匙扣大小的遥控器，便可远距离控制机动车防盗设置或解除，启动或熄火的操作。这类设备也大多使用PT2262/2272或VD5026/5027芯片组，系统的频点主要为270MHz、320MHz或480MHz。

2.编解码芯片PT2262/2272

图2为通用型PT2262/2272集成化编解码芯片管脚排列，图2（a）为编码集成电路PT2262，图2（b）为配套的解码集成电路PT2272，分别采用18脚双列直插式芯片封装。编码集成电路PT2262引脚功能见表1，解码集成电路PT2272引脚功能见表2。

PT2262/2272管脚A0～A5共有6个地址编码设定端，每一位可以编为0（接地)、1（接VCC)和开路三种状态，利用A0～A5这6位地址线可提供729位寻址可能。除了地址编码端口，PT2262/2272还提供A6/D5～A11/D0共6个地址/控制数据编码设定端口，这6个端口是双用的，数据最多可达6位。仅仅用于地址解码功能时，包括A0～A5地址编码端口任意组合，可提供531441个地址码。编码芯片PT2262编码启动端 $\overline{TE}$ 为低电平时，多数据编码信号由17脚Dout端串行输出，对超高频电路进行键控调制，发射出100%调幅度的无线电波遥控信号。接收机接收到遥控信号，检波出编码信号后输送到解码芯片PT2272数据信号输入端DIN，其地址码经过两次比较核对后，从17脚VT端输出高电平，与此同时相应的数据脚也输出高电平，这些数据信号通过执行机构控制遥控对象。解码芯片PT2272有L4/M4/L6/M6不同的后缀，表示不同的功能，其中L表示锁存输出，接收数据后就能保持对应的电平状态，直到下次遥控数据变化时为止；M表示非锁存输出，数据脚输出的电平是瞬时的，和发射端发射与否相对应，进行点的动作控制。后缀的6和4分别表示

6路或4路并行的控制通道的数量。当采用4路并行数据时，对应的地址编码为8位， 6路的并行数据为6位。

3.遥控编码门铃发射电路

图3为编码遥控门铃发射机电路原理图，它由发射电路和开关调制编码电路两部分组成。发射电路由振荡回路L1、C1和振荡三极管VT1等组成。振荡器采用电感三点式振荡电路，振荡线圈L1为印制电路板上的U型敷铜条，调谐电容器C1并联在U型敷铜条两端，L1抽头通过高频阻流圈L2和按钮开关S与电源GB正极相连，在高频振荡器等效电路中相当于接地；振荡线圈一端与VT1集电极相连，另一端通过电容器C2正反馈到VT1基极，组成电感三点式振荡电路。振荡器反馈大小由C2、C3及振荡管VT1极间电容分压决定。振荡频率主要由L1电感量、C2、C3电容量大小来决定，改变C1可以调整振荡频率。 L1采用敷铜条结构不会变形，增加振荡频率的稳定性，还兼有发射天线的作用。R1为VT1上偏置电阻器，当编码集成电路IC1的编码输出端Dout为高电平时，超高频振荡器振荡，低电平时则停止振荡，进行开关调制。调制编码电路由编码集成电路IC1等组成，通常产品出厂时，地址编码设定端、控制数据编码设定端都处于悬空状态，成为12位地址0数据编码。使用中要预置编码信号，在印制电路板上一般都预留地址编码区，由三排焊盘孔组成，采用焊锡搭焊的方式来选择悬空、接电源正极或接地三种状态。同一套收、发系统地址码必须一致，不同的设备必须是设置不同的地址码，以防止系统相互之间干扰。此外，编解码集成电路振荡电阻器必须配套，当编码PT2262振荡电阻器R2选用1.2MΩ时，解码PT2272振荡电阻器为220kΩ；如R2为4.7MΩ时，解码振荡电阻器对应为820kΩ。如果编解码集成电路振荡电阻器不配套，将使遥控器灵敏度大大降低，甚至失去控制作用。编码集成电路编码启动端接地（处于低电平）时，编码器才输出编码信号，按下电源（发射）开关S，就会发射出遥控信号。电阻器R3和发光二极管VD组成指示灯电路，指示遥控器工作状态。

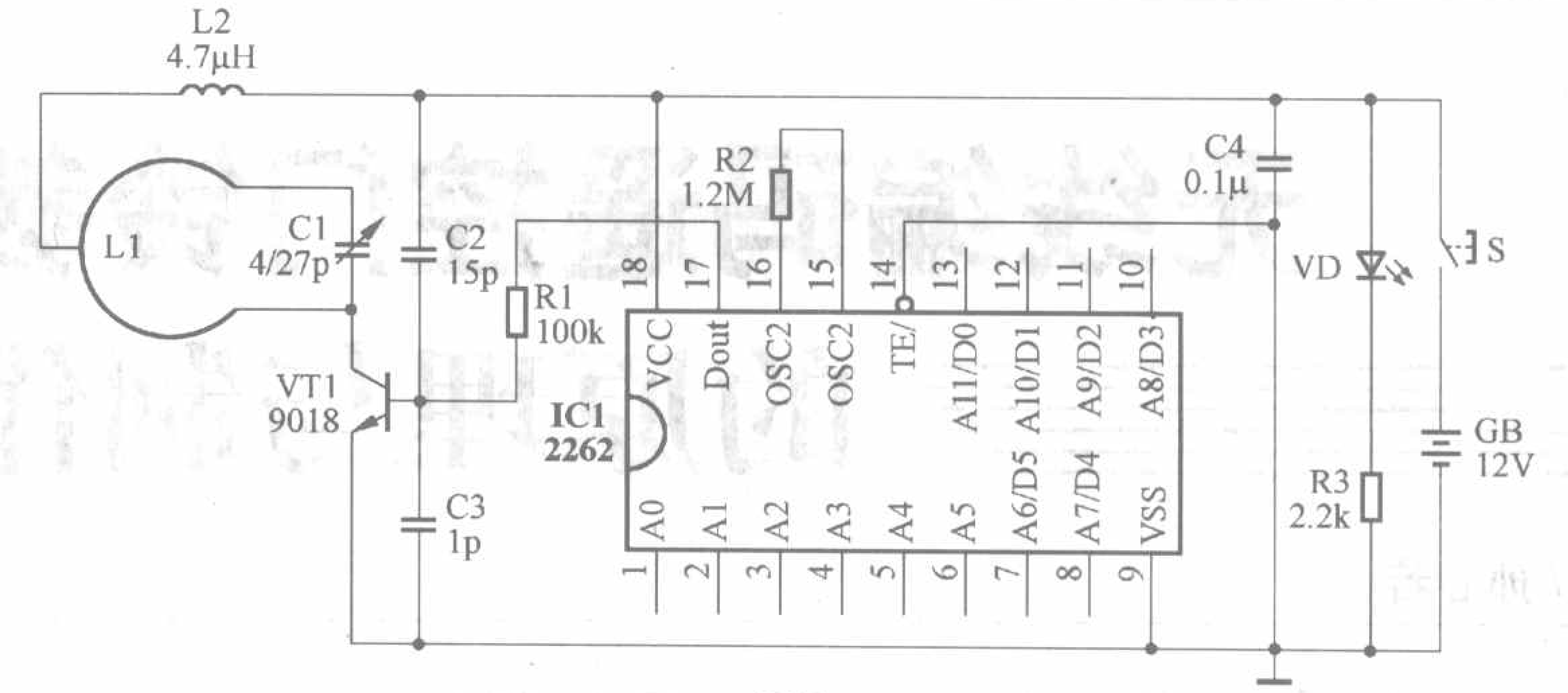


图3

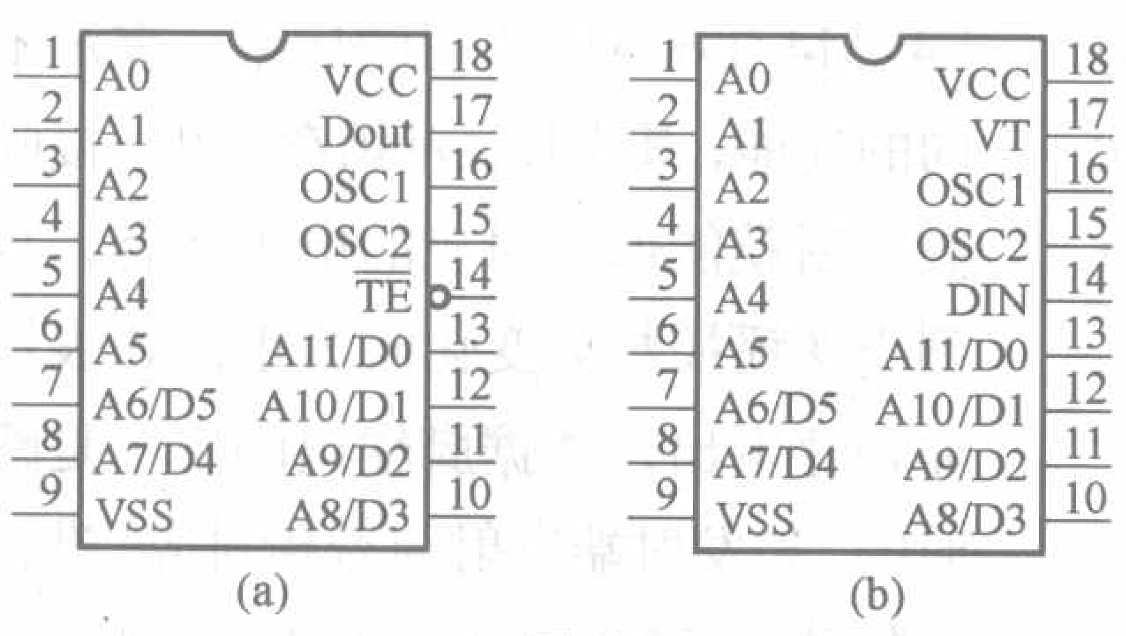


图2

4.遥控编码门铃接收电路

图4为编码遥控门铃接收机电路原理图，它由超再生检波电路、放大电路、解码电路和音乐门铃电路四部分组成。超再生检波电路由超高频三极管VT2、谐振线圈L3、谐振电容器C6、反馈电容器C5等组成电容三点式振荡器，其振荡频率主要取决于L3、C6和C5，振荡强度由C5电容量大小决定，改变C6可以改变接收频率。在超高频振荡建立的过程中，L3、C6振荡回路中的高频电流，经过C5和VT2极间电容向C7充电，C7上的电压升高，产生反向偏置电压加在VT2的发射结上，VT2直流工作点迅速下移，使高频振荡减弱，直到VT2截止、振荡器停止振荡为止。此后C7充有的电荷通过电阻器R4放电，VT2反向偏置电压减小，直到发射结正向偏置满足高频振荡条件时，建立下一个振荡过程，由此形成受间歇振荡调制的超高频振荡，这个间歇振荡就是淬熄振荡。振荡过程建立的快慢和间歇时间的长短与所接收超高频信号的振幅有关，振幅大时起始电平高，振荡过程建立快，每一次振荡的间歇时间也短，由于VT2工作在接近截止的非线性区，检波后形成的发射极电流也大，在电阻器R5上产生的压降也大。反之，当接收的超高频信号振幅较小时，检波后在R5上产生的压降也小，因此在R5得到与调制数码信号一致的音频电压，这就是超再生检波。由于超再生检波器处在间歇的振荡状态，具有很高的接收及检波灵敏度，有上万倍的放大增益。在图4中，L2为高频阻流圈，阻止高频振荡电流直接入地，并能通过直流信号建立振荡器的工作点。偏置电阻器R5及旁路电容器C8为VT2基极提供一个稳定的静态工作点。由VT2集电极输出的信号，通过高频阻流圈L2及滤波电容器C9滤去超高频成分，在集电极负载电阻器R7上产生数据信号压降，通过滤波电阻器R6及滤波电容器C11除去超再生检波器产生的热噪音及残存的淬熄振荡信号，并通过耦合电容器C10输入到前置电压放大器

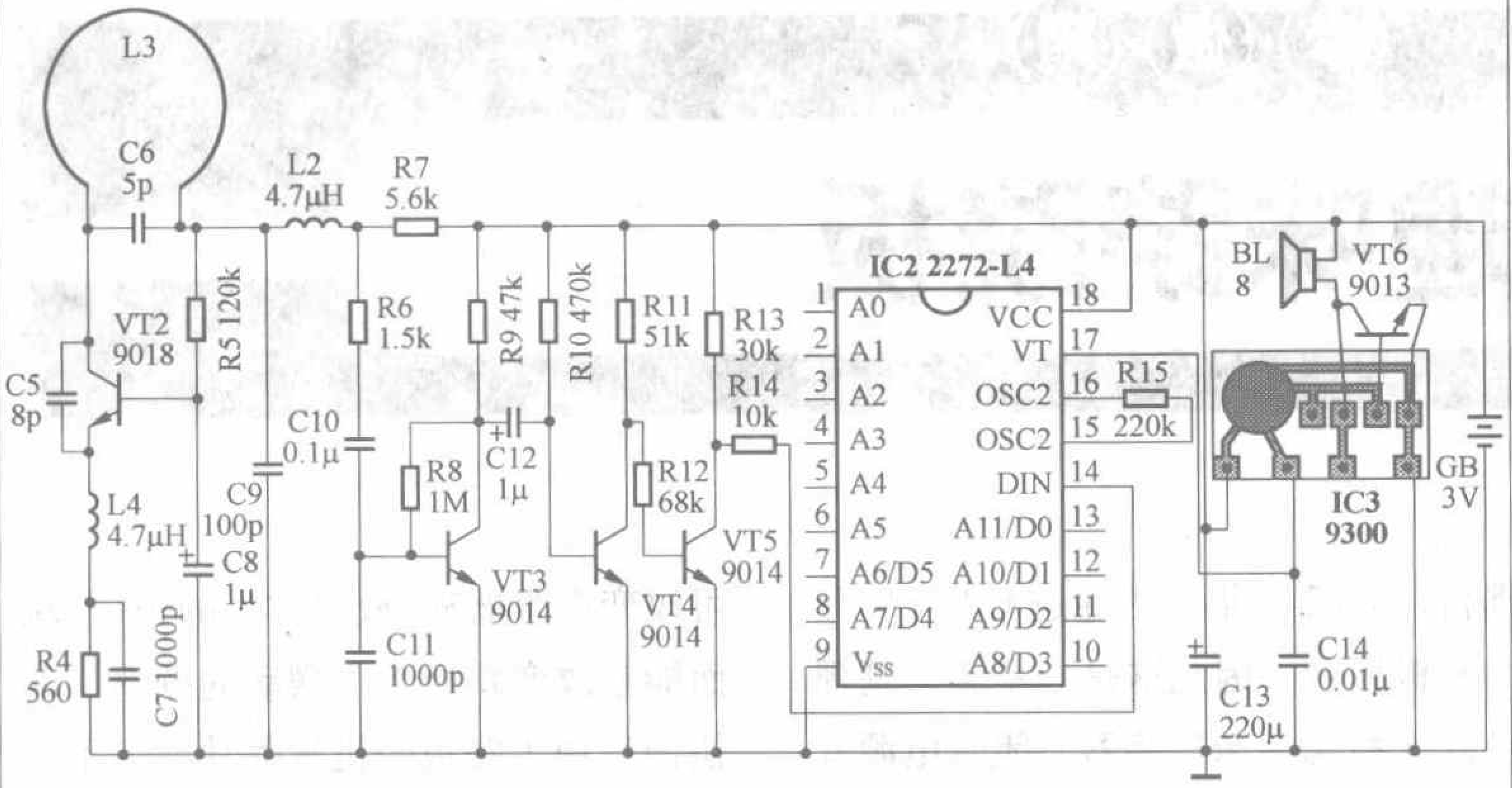


图4

VT3的基极。

放大电路由三级放大器组成，其中由VT3等组成电压负反馈式放大电路，R8为负反馈偏置电阻器，R9为集电极负载电阻器，放大后的信号由耦合电容器C12输送到VT4的基极。由VT4、VT5等组成两级直耦合放大器，放大后的信号由VT5集电极输出，加载至解码芯片IC2的数据信号输入端14脚DIN端，当电平达到2V时，触发解码芯片动作。

解码部分由解码芯片IC2等组成，R15为振荡电阻器，当DIN输入的触发电平达到2/3 V_{CC} 电压时，输出端VT由低电平越升为高电平，输送到音乐门铃芯片IC2 9300的触发端，触发后产生门铃音乐。

5.音乐门铃集成电路

IC3采用9300系列音乐集成电路，其内部储存一首世界名曲或流行歌曲，如《生日快乐》、《洪湖水》等，触发一次内存乐曲循环一次。若选用发出“叮－咚”声的门铃芯片，每次触发时，可连续发出三次“叮－咚”声。其芯片用环氧树脂封装在一块小印制板上，俗称黑胶封装基板，也称软包封门铃芯片。在门铃芯片控制端施加触发信号，门铃便按内部存储的程序放出一首优美动听的乐曲。音乐门铃集成电路工作电压低（典型工作电压1.5V～3V）、耗电省、外围电路简单、发声洪亮，广泛地应用于电子玩具、门铃、钟表、遥控或报警器装置上。

二、制作与调试

首先，清点电路的所有元器件，并进行检测。然后将元器件按照印制板上的标识位置进行焊接，要注意元器件的极性方向，如电解电容、发光二极管、三极管、集成电路等。

在发射电路中，微动开关、发光二极管、微调电容要安装在印板覆铜的那一面，电池极片与印板之间用剪下多余的元件引脚线连接起来。组装时，将套件内的一小块泡沫放置在塑料按钮下，与外壳一起组装可使按键动作灵活。

发射与接收电路安装完成后，要认真检查电路有无错焊、漏焊、短路等不正常现象，并及时修改更正。发射与接收电路的编码方式必须保持一致。然后可以通电测量各级静态电压。发射电路在微动开关接通时，IC1的17脚电压应由0V变为约1.7V，VT1的基极电压为0.1V左右。接收电路中，VT2、VT3、VT4、VT5的集电极电压分别为1.3V、0.8V、0V、2.4V，基极电压为0.8V、0.6V、0.6V、0V。用手触摸天线线圈时，VT3的集电极电压应有0.1V～0.2V的波动，VT4的集电极电压应有0～0.6V的波动，VT5的集电极电压应有0.8V～2.4V的波动。

各级电压正常后可以调C1来调整发射载频，调C1要用无感起子，并且手不要触摸任何元件，以免导致频率漂移。

如果每次在近距离按下发射器微动开关时，门铃可以发声，说明电路基本正常，这时就可以逐渐拉开距离实验，仔细调整C1，可以使遥控距离在开阔地达到30 m以上。

（本文教学套件详细信息请参见本期第69页）

更正

2007年1期《无线电》杂志第66页《关于放大器反馈类型判定的又一方法》例3解法改为：

解：VT1管组成共发射极放大器，基极为其信号输入端，集电极为其信号输出端，VT2管组成共集电极放大器，基极为其信号输入端，发射极为其信号输出端。从输出回路看，反馈元件Rf接在VT2的发射极（信号输出端），所以为电压反馈；从输入回路看，反馈元件接在VT1的发射极（非信号输入端），所以为串联反馈。综上所述，该电路的反馈类型为电压串联反馈。

学·做·用

趣味跷跷板

文 / 张晓东

通常“跷跷板”都是纯机械结构的，本文为您介绍的趣味跷跷板却是个电子小装置，其外观如图1所示，随着两只发光二极管的交替闪亮，“跷跷板”跷来跷去，如果在跷跷板两端放上可爱的卡通动物，会更有趣味。

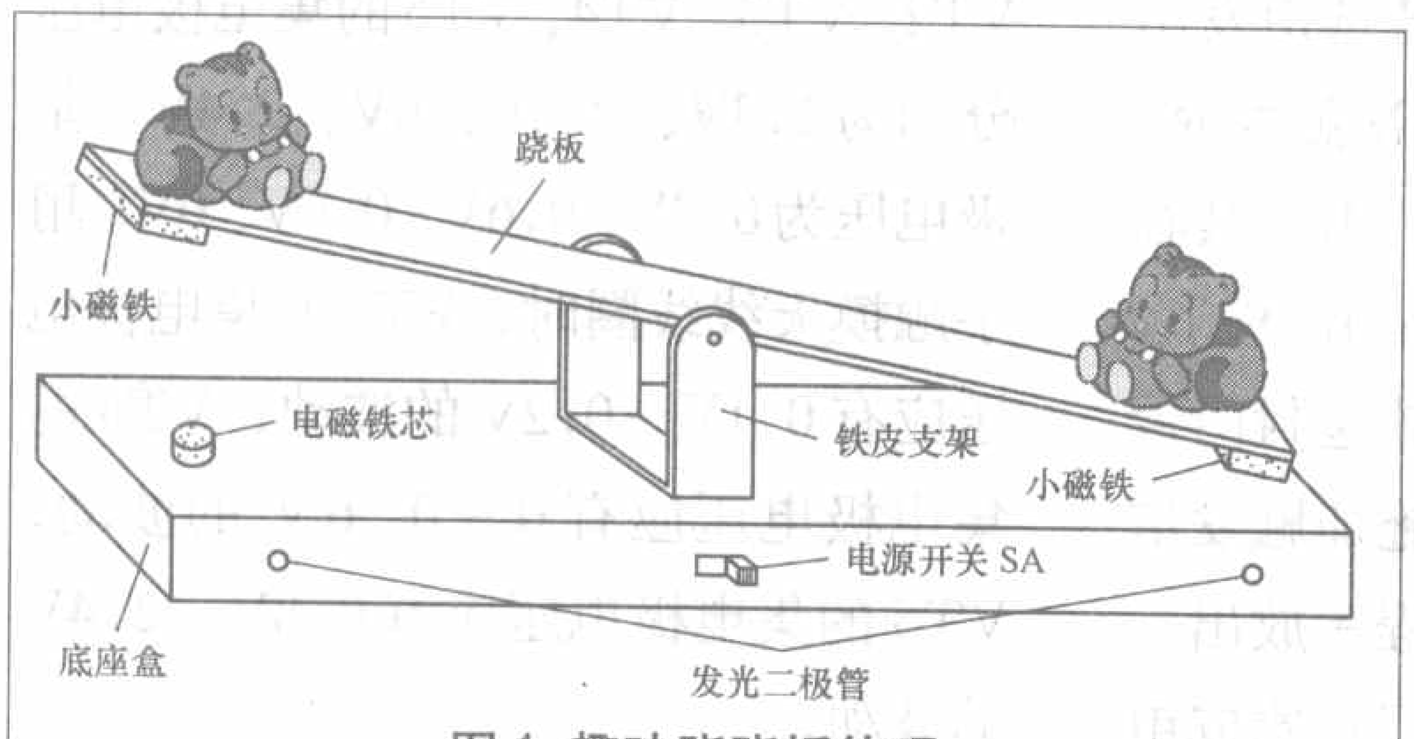


图1 趣味跷跷板外观

一、工作原理

趣味跷跷板是根据两块磁铁间N极（北极）或S极（南极）“同性相斥”的基本原理而制成的，它的电路如图2所示。晶体三极管VT1、VT2等组成的典型无稳态多谐振荡器控制两个电磁铁YA1和YA2交替工作，所产生的间歇磁场与跷板上对应的永久磁铁发生“同性相斥”作用，维持跷板不停地跷上跷下。

由图2可知，晶体三极管VT1的集电极通过电容器C1与VT2的基极耦合，VT2的集电极通过C2与VT1的基极耦合，因此这是一个集—基耦合式无稳态多谐振荡器。闭合电源开关SA后，电路通电起振，VT1与VT2交替导通和截止，发光二极管VD1和VD2交替亮灭，同时电磁铁YA1和YA2的线圈也交替通电。当VT1导通、VT2截止时，VT1集电极电流分成两路：一路通过限流电阻器R1使VD1发光；另一路流过电磁铁YA1的线圈，使YA1产生磁场。由于YA1和YA2均固定在跷板底座两端，且与跷板两端下方粘固的两块小永久磁铁相对应，如果YA1的接线合理，便能在YA1铁芯的上端形成N极，这恰好与跷板左端小磁铁的N极相对而发生“排斥”，其结果是跷板左端被磁力推斥升高，右端则下降落在YA2上。经过一段时间，电容器C1、C2充放电过程结束，VT2转为导通，而VT1转为截止，VT2的集电极电流流过VD2使其发光并流过YA2在其铁芯上端形成S极，这与跷板右端小磁铁的S极恰好相对而同样发生“排斥”，于是跷板右端升高、左端降低。上述过程反复循环进行，跷板在发光二极管VD1、VD2交替亮灭的同时，会一上一下交替摆动。

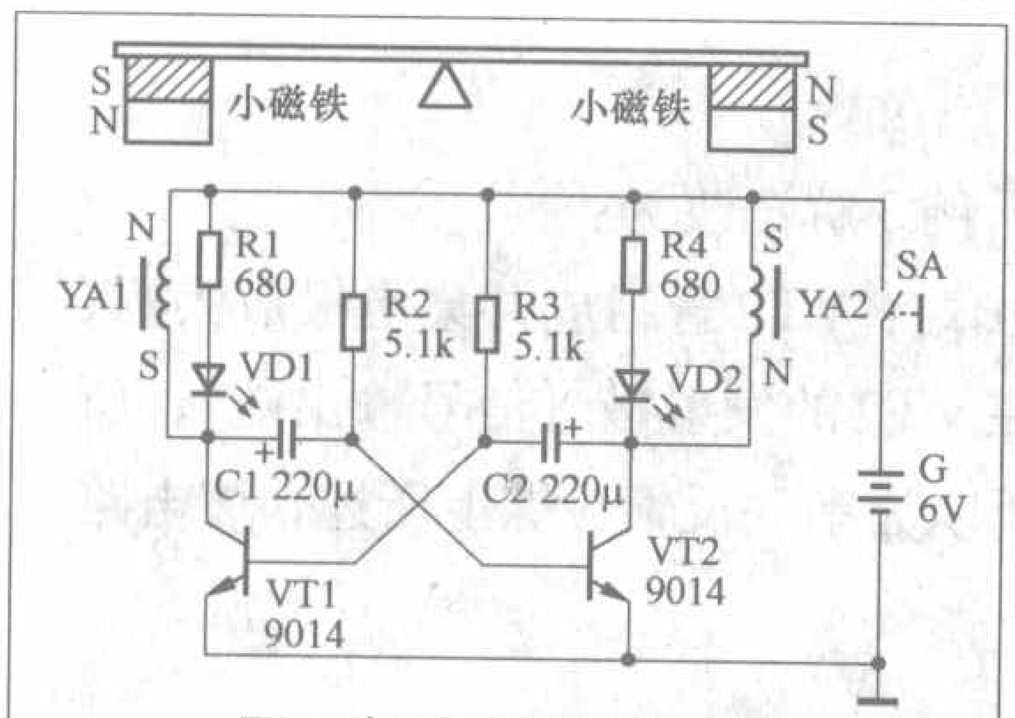


图2 趣味跷跷板电路图

电路中，同时调整电阻器R2和R3或振荡耦合电容器C1和C2的数值，可改变电容器充、放电时间的长短，从而能够改变跷板上下摆动的频率（即快慢）。由于跷板的机械翻动频率不能太高，所以电路中C1和C2的数值取得比较大（均为220μF），以使振荡频率较低。发光二极管VD1、VD2除有闪光功能外，还具有分别保护VT1和VT2不被相应电磁铁线圈上所产生的较高感应电压击穿的作用。

二、元器件选择

晶体管VT1、VT2均选用9014（集电极最大允许电流I_{CM}=100mA，集电极最大允许功耗P_{CM}=310mW）或3DG8型硅NPN小功率三极管，要求两管尽量配对，电流放大系数β≥50。VD1、VD2均采用ϕ5mm普通红色发光二极管。

电磁铁YA1、YA2需自制。首先按图3所示，取两根ϕ5mm×25mm的铁芯，另取ϕ20mm的塑料圆片4片，中心开出ϕ5mm的圆孔，其中两个塑料圆片的边沿处还要分别开出两个ϕ1mm～1.5mm的穿线孔，再用强力胶将两对塑料圆片分别粘固在两根铁芯两端，其中一端露出铁芯约5mm，即做成两个电磁铁的线圈骨架，也可采用两只现成的卷装医用胶布的塑料芯子做线圈骨架，并在塑料

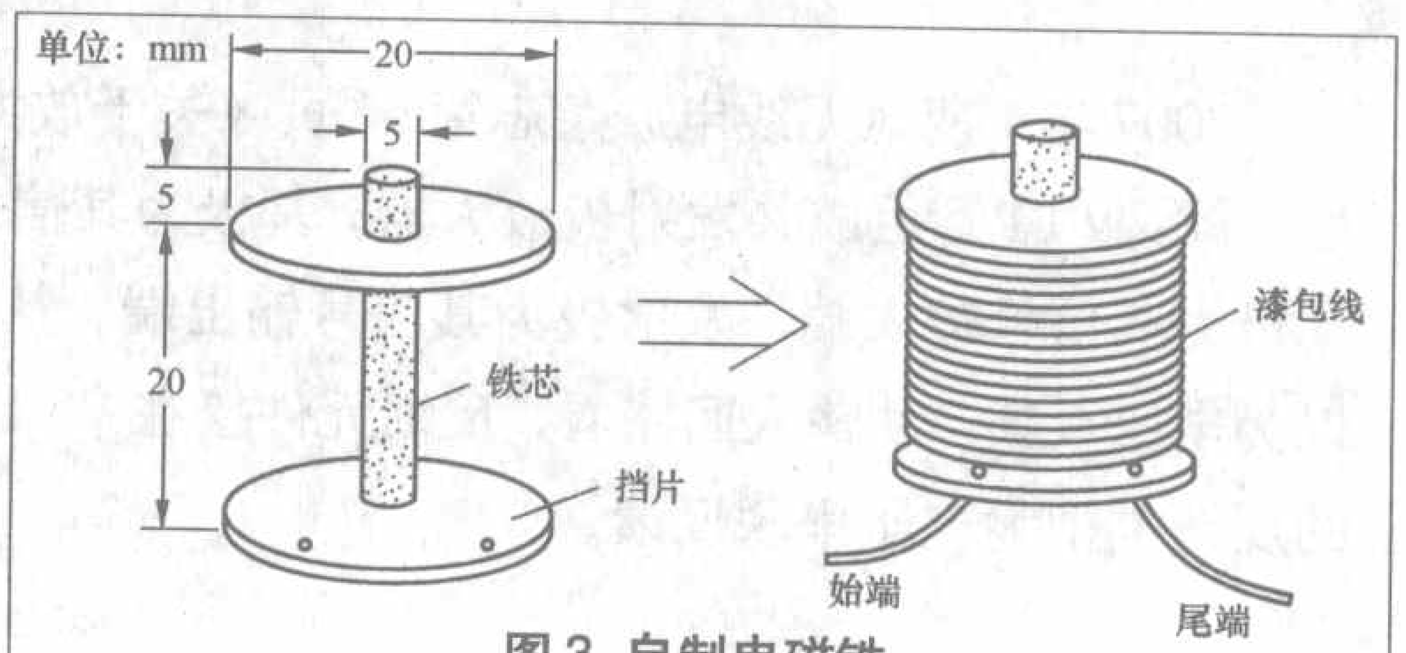


图3 自制电磁铁

芯子的一头钻上两个ϕ1mm～1.5mm的穿线孔。然后，取ϕ 0.12mm的漆包线分别在两线圈骨架上绕3000匝左右，要求线圈引线长度不小于80mm，YA1的线圈正向绕制，YA2的线圈反向绕制，即两个线圈的绕向正好相反。

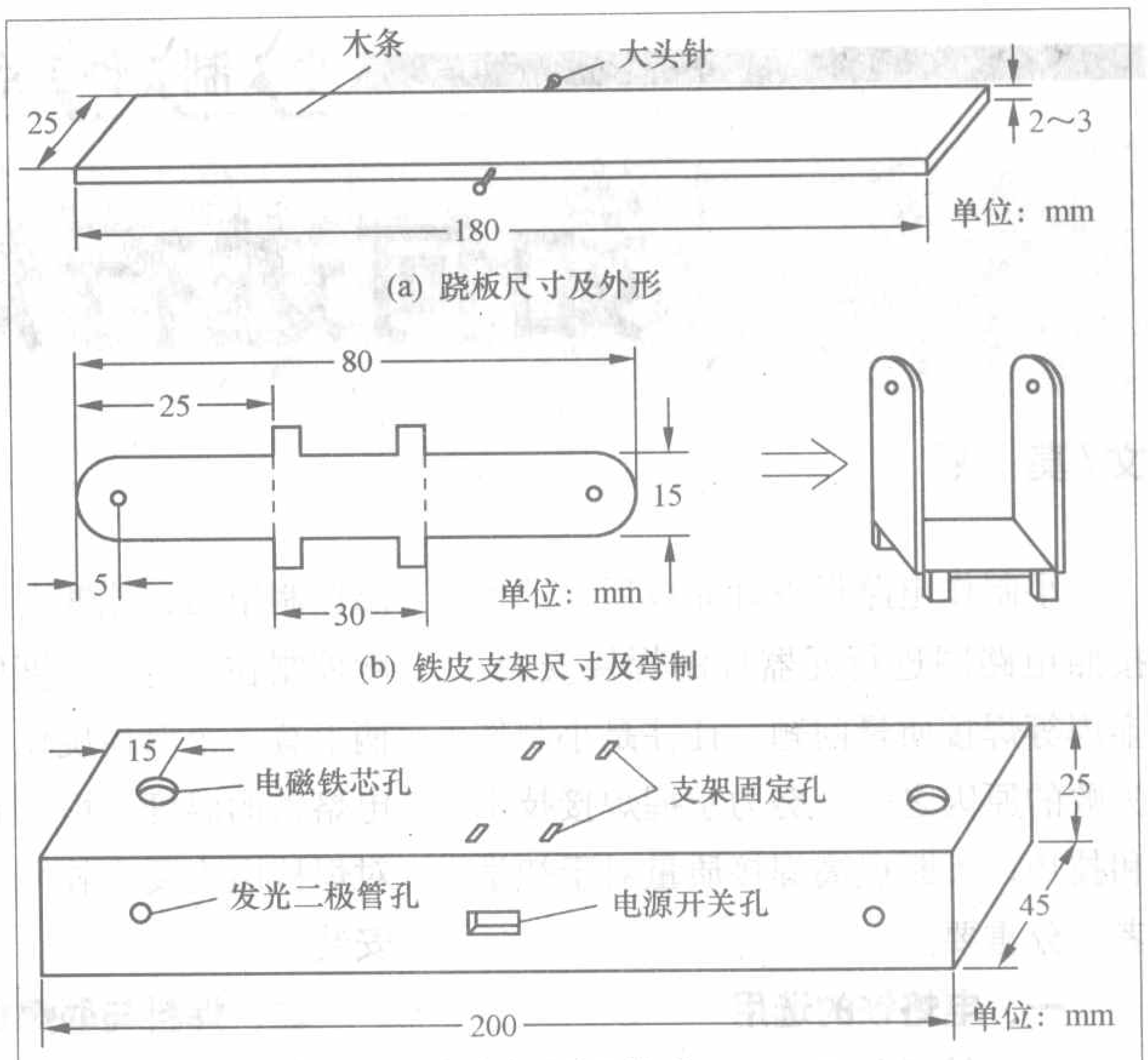
小磁铁最好选用磁性较强的扁圆形或方形永久磁铁，从市售磁性碰锁或废旧磁性铅笔盒中拆出来的磁铁，使用效果就挺不错。如能够购买到体积小、磁性强的新型钕铁硼磁铁，则使用效果更佳。

R1～R4均用RTX-1/8W型碳膜电阻器。C1、C2均用CD11-[illegible]0V型电解电容器。SA可用CKB-1[illegible]拨动开关。G用四节5号或7号干[illegible]串联（需配套塑料电池架），电压[illegible]。

三、制作与使用

图4所示是趣味跷跷板的印制电路板接线图，印制电路板实际尺寸约为40mm × 25mm。焊接时注意，发光二极管VD1和VD2、电源开关SA和电池G，均应通过一定长度的细电线焊接在印制电路板上，其余元器件则直接插焊在印制电路板上。另外还要特别注意，不要将电解电容器C1和C2、发光二极管VD1和VD2的极性接反，也不要焊错晶体三极管VT1和VT2的引脚。

跷板及其支架、底座盒等，按照图5所示加工制作。跷板用有机玻璃板或轻质薄木板按图5（a）提供的尺寸加工制作，在跷板中轴线两头的位置处，各打上一定深度（≥10mm）的针孔，分别插上两枚截短了的大头针做转轴。铁皮支架用镀锌薄铁片或罐头马口铁皮按图5（b）提供的尺寸和形状加工制成。底座盒用有机玻璃板、薄木板或五合板粘制而成，其尺寸及外形见图5（c）所示。在底座盒面板距两端15mm处各开出ϕ 5mm的小孔，用来放置电磁铁YA1和YA2的铁芯；在中间位置按铁皮支架4只插脚的间距，开出4个对应小方孔，用于固定铁皮支架。在底座盒前侧面两头各开出ϕ 5mm的小孔，以便嵌放发光二极管VD1和VD2；在中间位置开出大小合适的小孔，用于固定电源开关SA。



(a) 跷板尺寸及外形

(b) 铁皮支架尺寸及弯制

(c) 底座盒尺寸及外形

图5

组装参照图1所示进行。首先，将铁皮支架插入底座盒面板所开的4个对应小方孔内，并使盒内伸出的4只铁皮脚弯折勾紧。然后，通过两枚截短的大头针把跷板装在铁皮支架上。跷板的两端下面用强力胶各粘一块小磁铁，小磁铁的磁场方向应与跷板垂直。如果小磁铁体积较大，可以事先根据小磁铁的形状在跷板两端挖槽，把小磁铁粘固在槽内。跷板应保持两边基本平衡、上下摆动起来灵活，而且可以粘上大小合适的卡通玩具，不过卡通玩具及跷板不可过重。焊接好的电路板、电池G（带塑料架）等全部安装在底座盒内，发光二极管VD1和VD2、电磁铁YA1和YA2、电源开关SA等，分别嵌固在底座盒上所开出的对应小孔内。

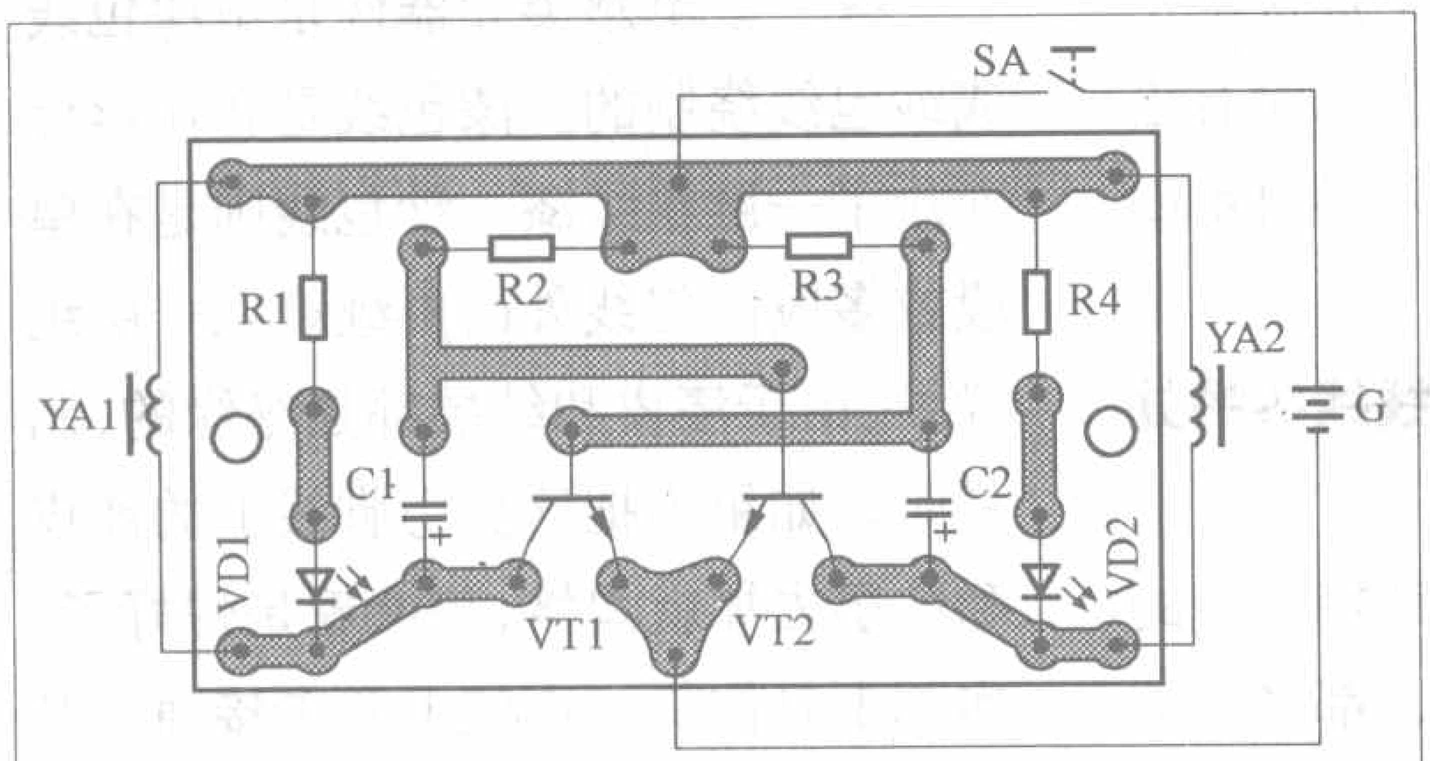


图4 印制板接线图

装配好的趣味跷跷板，只要元器件质量有保证，焊接无误，闭合电源开关SA后，跷板就会上下翻动，并且发光二极管VD1和VD2也会同步闪亮。如果跷板摆动速度太快，可通过适当增大电容器C1和C2的容量或电阻器R2和R3的阻值加以调整；反之，跷板翻动速度太慢时，则应减小其容量或阻值。如果发现电磁铁YA1和YA2的推力不足，可以适当减小电阻器R2和R3的阻值，或者换用β值大一些的晶体三极管VT1和VT2，以使其能够进入深度饱和。如果其中有一个电磁铁将跷板吸住不放，可将跷板上对应的小磁铁调换一下极性；如果两电磁铁都吸住跷板，则应把跷板左右两端调换一下位置，或同时调换跷板两端小磁铁的极性。

这个趣味跷跷板在工作时电路最大电流将近50mA，无论当玩具或作为小摆设使用时，均应注意做到不使用时，随手关掉电源开关SA，以节约电能。

小制作点点通

如何进行焊接安装

文/莫 恩

小制作电路板设计完成后，即可按照电路图进行元器件的焊接安装。虚焊等焊接质量问题，往往是小制作失败的原因之一。努力掌握焊接技术和技巧，不断提高焊接质量对于初学者十分重要。

一、电烙铁的选用

电烙铁是焊接安装的重要工具。电烙铁有多种形式，功率从几十瓦到数百瓦具有多种规格。

1. 内热式电烙铁

内热式电烙铁如图1(a)所示，发热元件插入在烙铁头内，因而热效率较高，体积小重量轻。内热式电烙铁功率一般较小，适合焊接电子电路板。一般小制作可选用25W～40W的内热式电烙铁。

2. 外热式电烙铁

外热式电烙铁如图1(b)所示，发热元件包裹在烙铁头外。外热式电烙铁功率可达数百瓦，适合焊接较大型的元器件和金属结构件。

3. 恒温式电烙铁

恒温式电烙铁是一种新型电烙铁，如图1(c)所示，电烙铁手柄内具有恒温控制电路，能够自动将烙铁头的温度控制在设定的温度值。在电烙铁手柄上有一个温控旋钮，用以调节设定电烙铁的温度。恒温式电烙铁适用于对焊接温度要求较高的元器件的焊接安装。

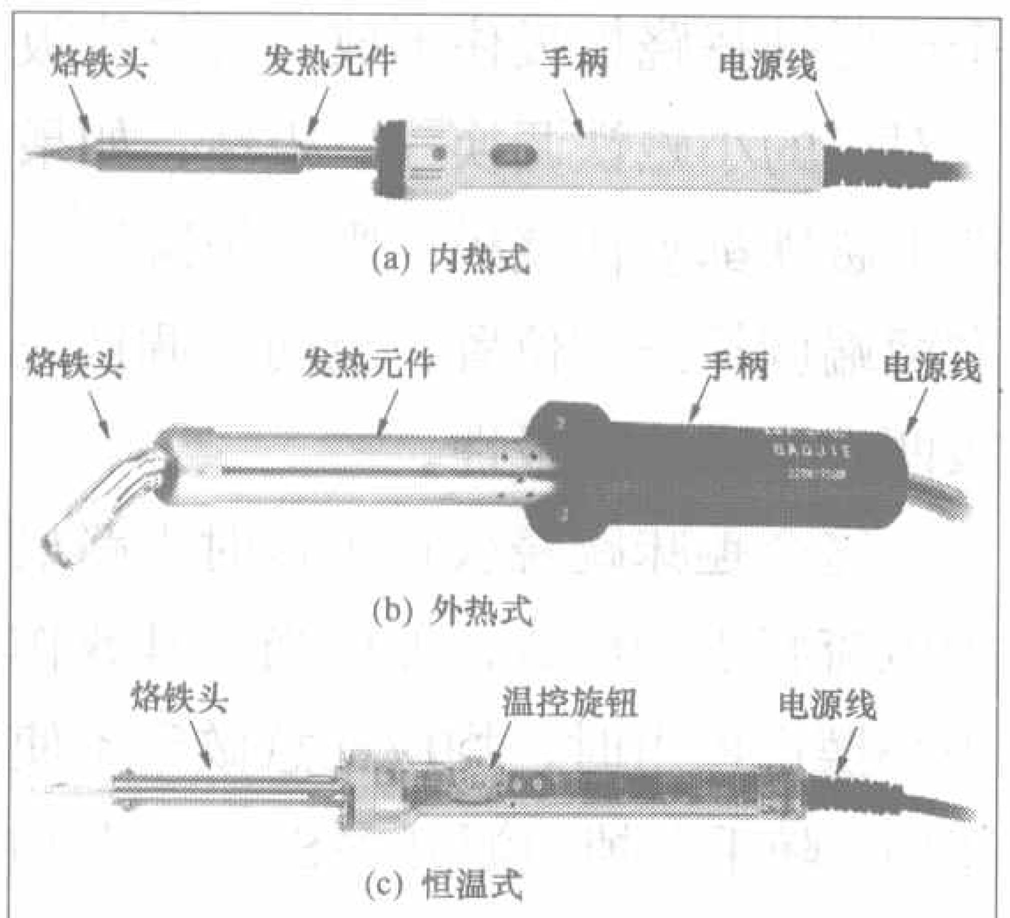


图1

二、焊料与助焊剂的选用

焊料与助焊剂都是焊接中不可缺少的材料，合理选用焊料和助焊剂，是确保焊接质量的重要环节。

1. 焊料的选用

焊料的作用是将被焊接的元器件、导线与电路板牢固地连接在一起。对焊料的要求是要保证接点的长期牢固和导电良好。焊料可加工成条状、块状或丝状等。焊料应首选焊锡丝，特别是内芯灌装有松香粉末(助焊剂)的松香芯焊锡丝，由于熔点较低、使用方便，是焊接中的首选焊料。焊铁皮桶等所用的焊锡块因含杂质较多，不宜使用。

2. 助焊剂的选用

助焊剂的作用是改善焊接性能、增强焊接牢固度。常用助焊剂有松香、松香溶液、焊锡膏、焊油等。小制作焊接应选用松香作助焊剂。焊锡膏、焊油等具有腐蚀性，不宜用于焊接电子元器件和电路板。电路板上已涂有松香溶液的，元器件焊入时不必再用助焊剂。

三、元器件引脚与导线线头的处理

所有元器件的引脚和连接导线的线头，在焊入电路板之前，都必须清洁后镀上锡。有的元器件出厂时引脚已镀锡的，若因长期存放而氧化了，也应重新清洁后镀锡。

1. 元器件引脚的处理

清洁元器件引脚可用橡皮擦，如图2所示。对于氧化严重的元器件引脚，可用小刀等利器将其刮净，如图3所示。在用刀刮的过程中应注意旋转元器件引脚，务求将引脚的四周一圈全部刮净。

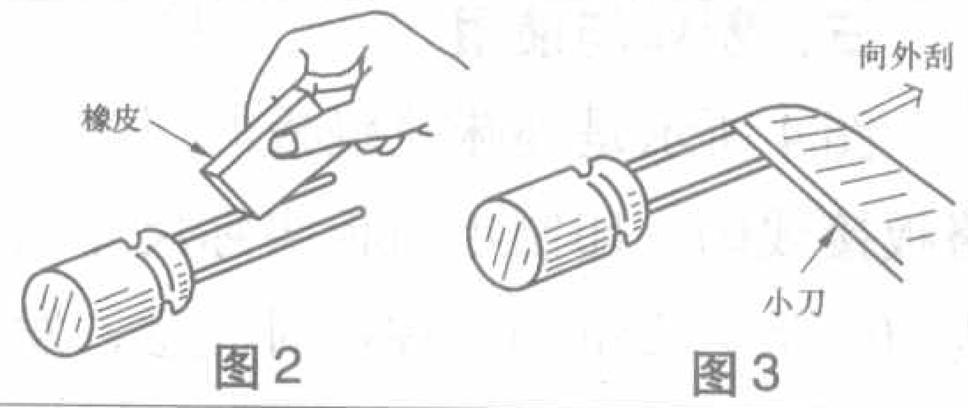


图2 图3

清洁后的元器件引脚应及时镀上锡，以防再度氧化。如图4所示，电烙铁头部蘸锡后，在松香的助焊作用下，沿元器件引脚拖动，即可在引脚上镀上薄薄的一层焊锡。

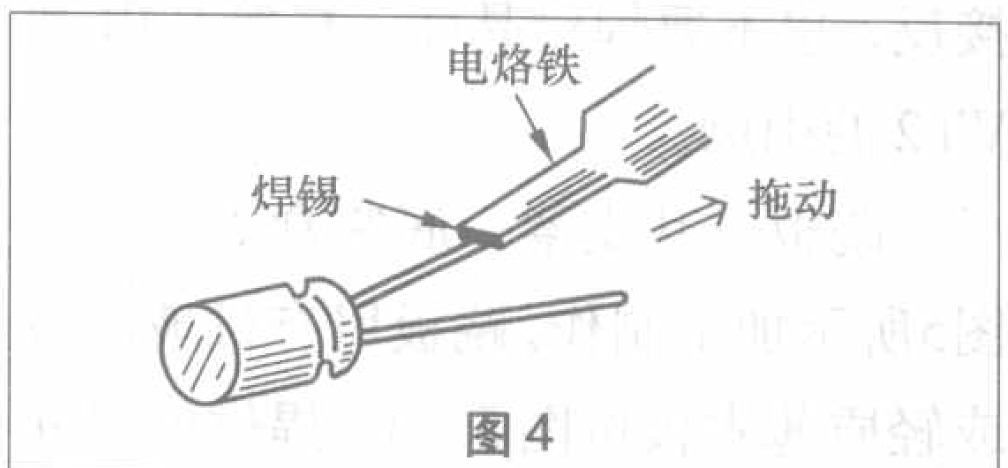


图4

2. 漆包线或纱包线线头的处理

有一些电感类元器件是用漆包线或纱包线绕制的。漆包线是在铜丝外面涂了一层绝缘漆，纱包线则是在单股或多股漆包线外面再缠绕上一层绝缘纱。由于漆皮和纱层都是绝缘的，制作时，如果不把这类引脚线上的漆皮和纱层去掉就焊接，表面看是焊好了，实际上是假焊，电气上并未接通，其结果肯定是制作失败。因此，焊接前

一定要把引脚线上的漆皮和纱层去除干净，方法如下：

（1）去除漆皮和纱层一般常用刀刮法，即用小刀或断锯条将漆皮刮掉，边刮边旋转漆包线一周以上，将线头四周的漆皮刮除干净，见图5所示。单股纱包线也可用此法，将纱层与漆皮一起直接刮去。

图5

（2）对于多股纱包线，应先将纱层逆着缠绕方向拆至所需长度后剪掉，如图6所示，然后再按图5所示方法刮去漆皮。

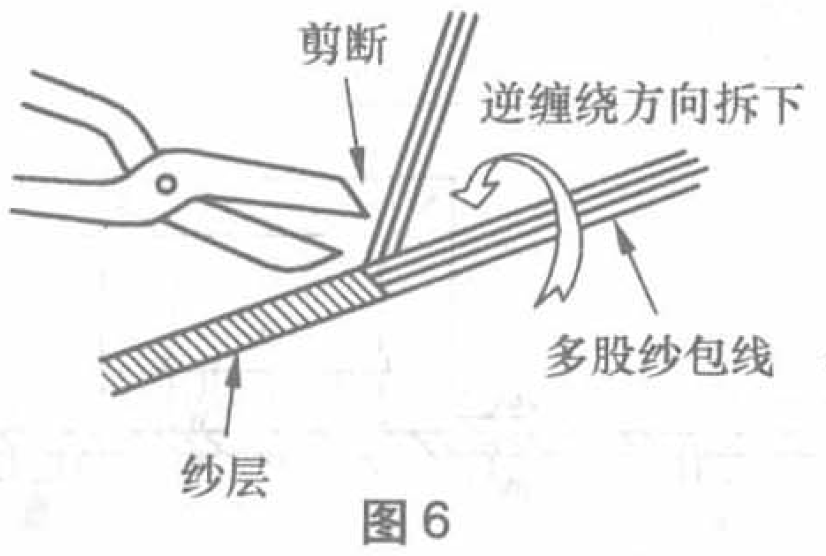


图6

（3）去除漆皮和纱层还可用火烧法，即如图7所示用火柴或打火机将线头上的漆皮和纱层烧掉，然后如图8所示抹去线头上残留的灰末。对于较细的漆包线和纱包线，注意烧的时间不

图7

图8

可太长，以免烧化铜丝。

（4）采用刀刮法或火烧法去除漆皮和纱层后，应即用蘸有焊锡和松香的电烙铁在线头上镀上锡备焊。镀锡方法与元件引脚镀锡方法相同。

（5）很细的漆包线和纱包线，极易被刮断或烧断，可采用烫蹭法处理。将线头放在木板上，用蘸有焊锡和松香的烙铁头压在线头上，如图9（a）所示，然后将线头抽出，旋转一个角度后再重复以上动作，如图9（b）所示。重复旋转烫蹭漆包线或纱包线一周以上，线头上的漆皮和纱层即被蹭去，线头同时也已镀上了锡。

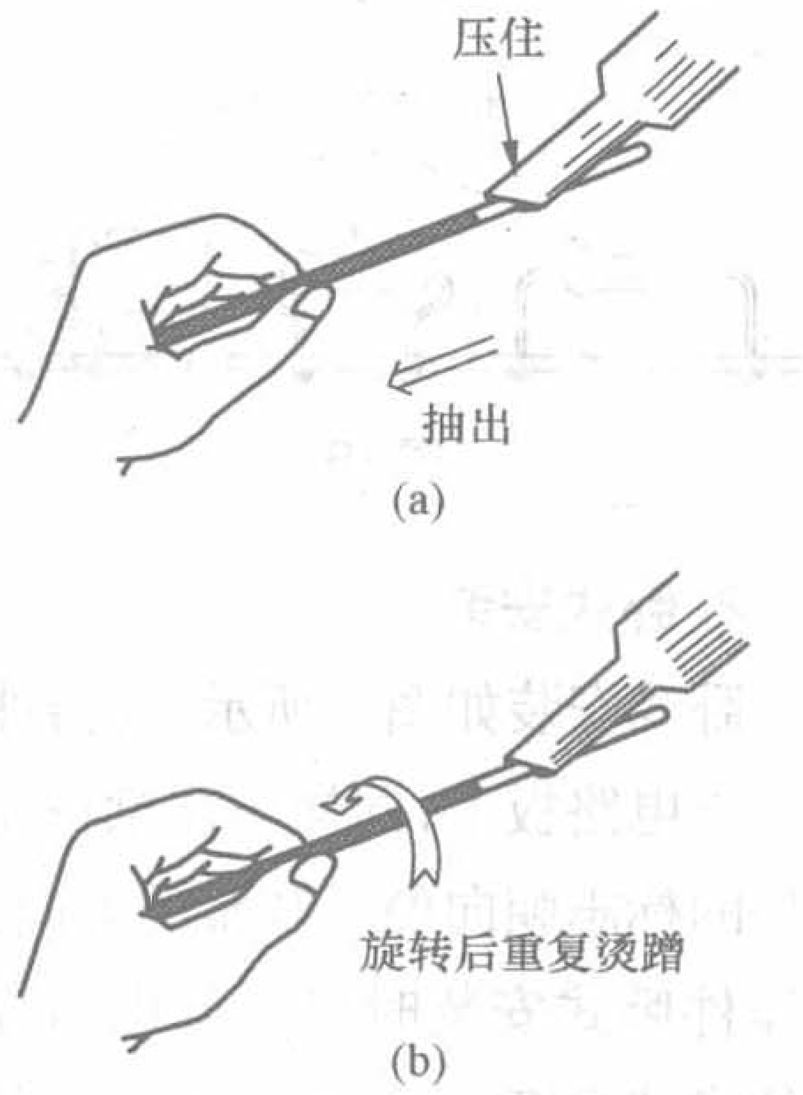


图9

四、焊接技巧

焊接技巧关系到焊接的质量，因此焊接过程中必须方法得当、焊点合格。要焊接出合格的焊点，重点要掌握以下几点：

1. 蘸锡量恰当

焊接时，电烙铁头部蘸锡量要恰当，每次以满足一个焊点的焊接需要为准，不可太少，也不可太多，如图10所示。蘸锡量太少将不能一次覆盖

图10

焊点，影响焊接牢固度。蘸锡量太多将造成焊点粗大甚至与旁边的电路搭锡短路，还可能在移动电烙铁过程中焊锡下滴造成其他部位短路。

2. 焊接方法得当

焊接中，每焊接一个焊点时，将蘸了锡的电烙铁头部沿元器件引脚环绕一周，如图11所示，使焊锡与元器件引脚和铜箔线条充分接触。电烙铁头部在焊点处再稍停留一下后离开，即可焊出一个光滑牢固的焊点，如图12所示。如果电烙铁头部在焊点停留的时间过短，焊接不牢固，而且由于助焊剂未能充分挥发，会形成虚焊。如果电烙铁头部在焊点停留的时间过长，则可能使焊锡流散，还会烫坏元器件，或烫坏电路板造成电路板上铜箔线条脱落。

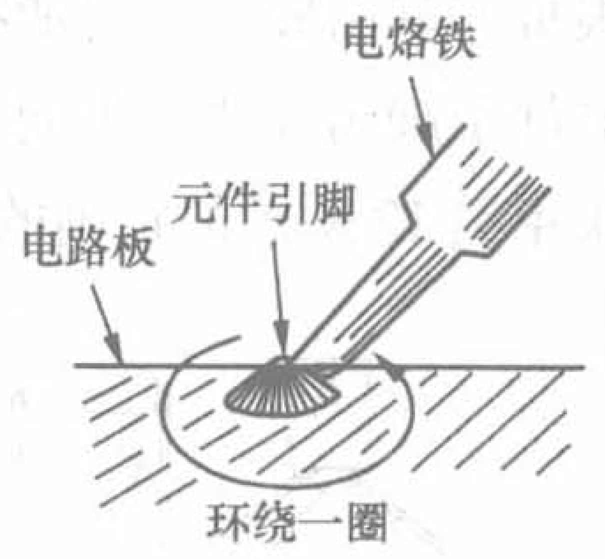


图11

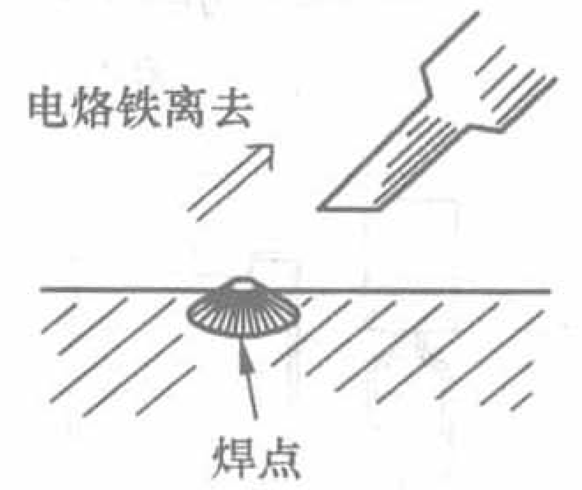


图12

3. 焊点要求

合格焊点应圆而光滑、无毛刺，如图13所示。有毛刺的焊点易产生放电干扰，特别是在电压较高、焊点间距较小的情况下。像豆腐渣一样的蜂窝状焊点则是虚焊现象。焊点的用锡量也要适当，如图14所示，过少过多都不能保证焊接质量。

图13

图14

五、元器件的安装方式

元器件的规格多种多样，引脚长短不一，制作时应根据需要和允许的安装高度，将所有元器件的引脚适当剪短、剪齐，如图15所示。有些元器件的引脚在安装焊接到电路板上时需要折转方向或弯曲，但应注意所有元器件的引脚都不能像图16那样齐根部折弯，以防引脚齐根折断。塑封半导体器件若齐根折弯其引脚，还可能损坏管芯。元器件引脚需要改变方向或间距时，应采用图17所示的正确的方法来折弯。

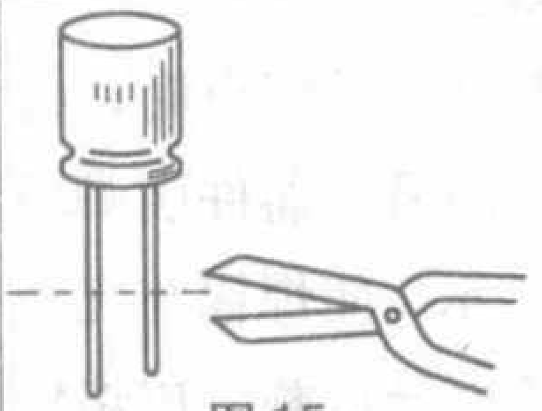


图15

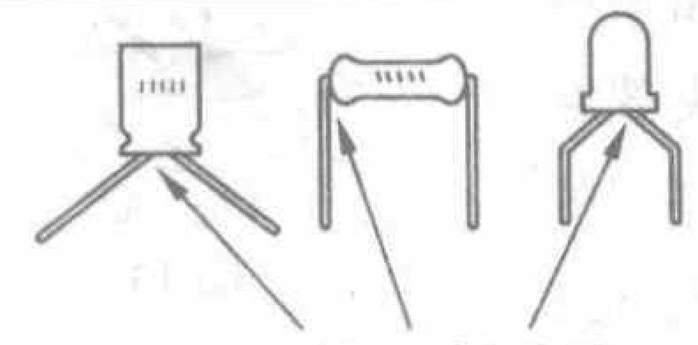


图16

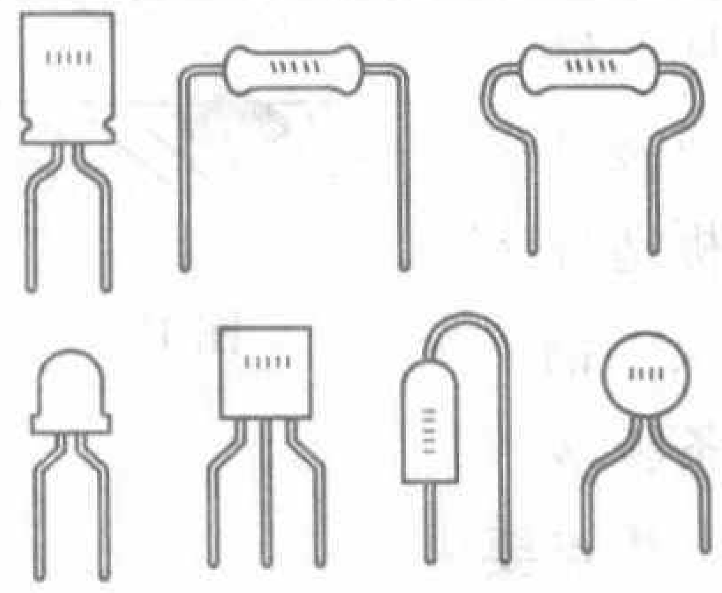


图17

元器件在电路板上的安装方式主要有立式和卧式两种。

1. 立式安装

立式安装如图18所示，元器件直立于电路板上，应注意将元器件的标志朝向便于观察的方向，以便校核电路和日后维修。元器件立式安装占用电路板平面面积较小，有利于缩小整机电路板面积。

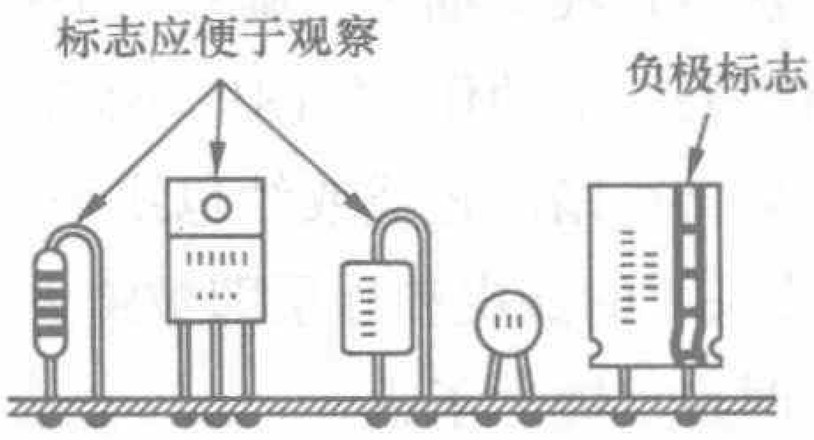


图18

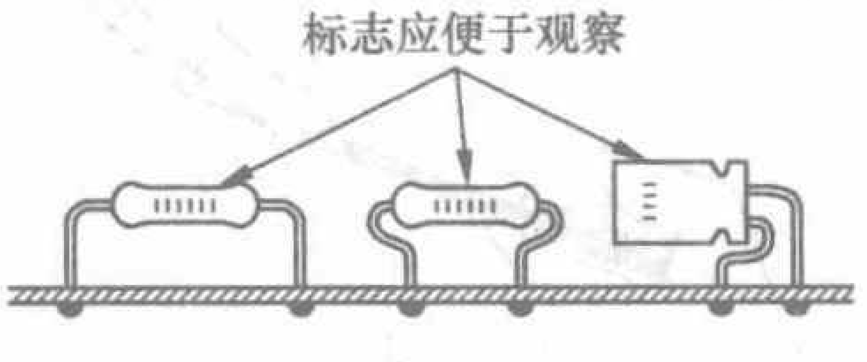


图19

2. 卧式安装

卧式安装如图19所示，元器件横卧于电路板上，同样应注意将元器件的标志朝向便于观察的方向。元器件卧式安装时可降低电路板上的安装高度，在电路板上部空间距离较小时很适用。根据整机的具体空间情况，有时一块电路板上的元器件往往混合采用立式安装和卧式安装方式。

3. 直接搭焊

对于一些较简单的电路，也可以将元器件直接搭焊在电路板的铜箔面，如图20所示。采用元器件搭焊方式可以免除在电路板上钻孔，简化了制作工艺。

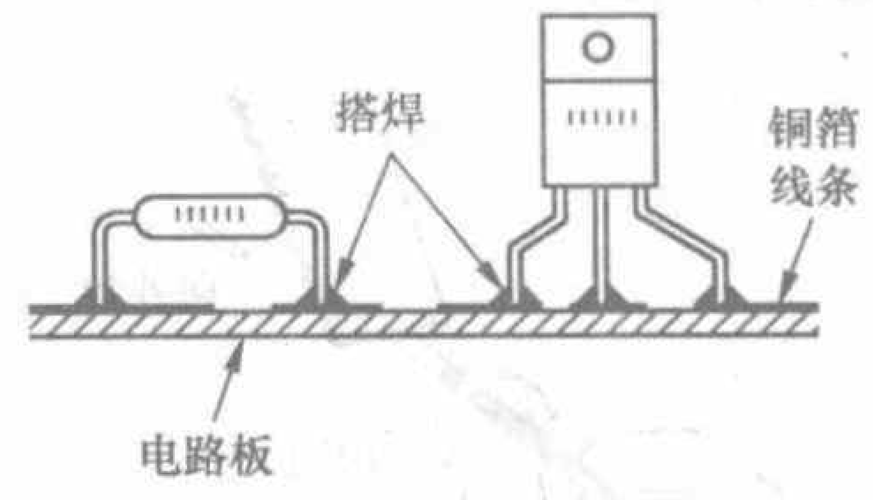


图20

4. 螺钉固定

对于金属大功率管、变压器等自身份量较重的元器件，仅仅直接依靠引脚的焊接已不足以支撑元器件自身重量，应用螺钉固定在电路板上，如图21所示，然后再将其引脚焊入电路板。

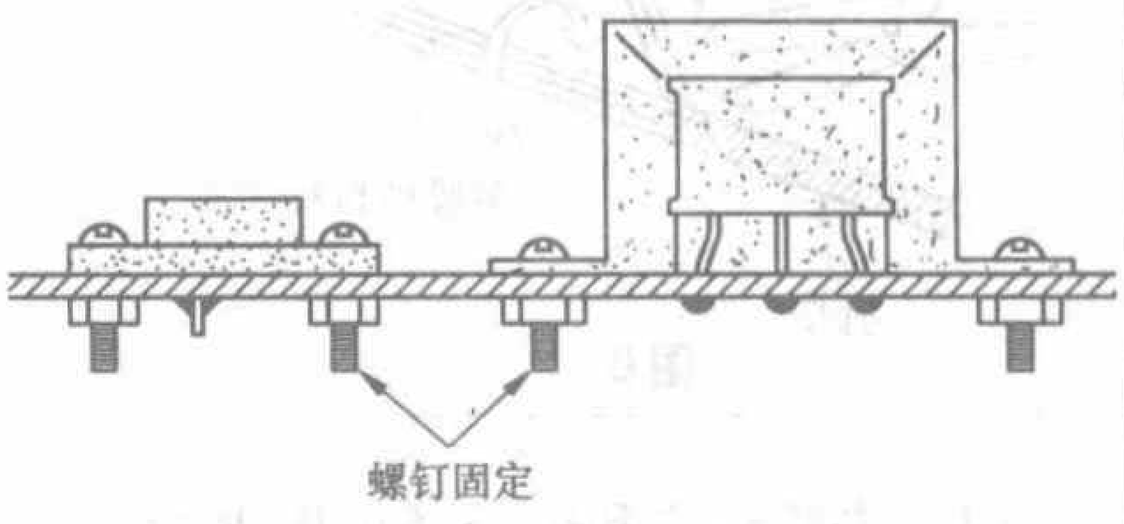


图21

2006年北京市中小学生电子技术竞赛笔试题答案（高中组）

（试题见本刊2007年第3期）

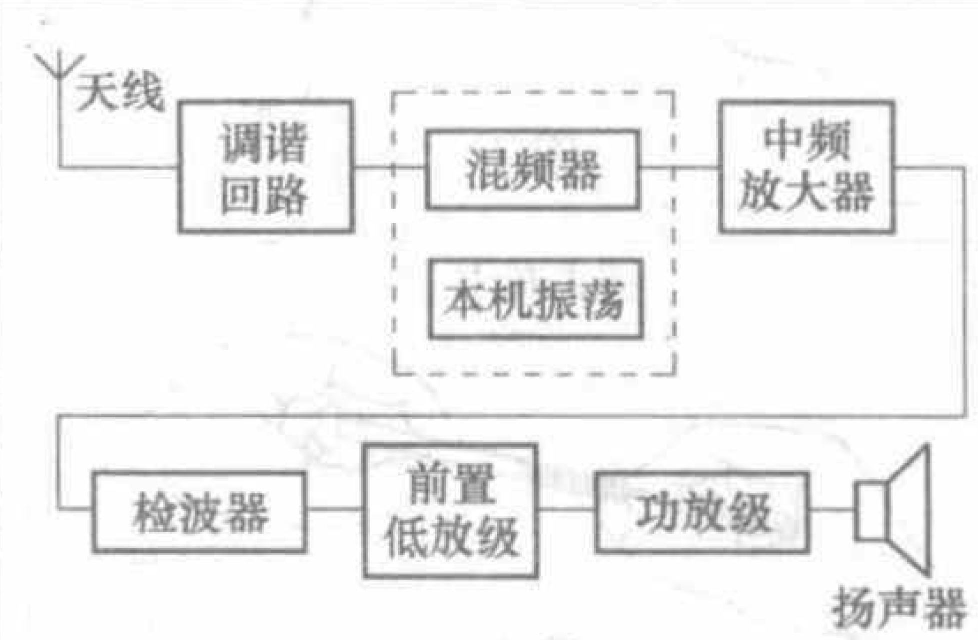
一、1. β值下降到1000Hz时的70.7%　β值降低到1　2. 0.7V　0.3V　不变　3. 减小　减轻　展宽　4. 共基极电路频率特性较好　5. 与门　或门　非门　6. 电离层的变化使反射到地面的电波时强时弱　7. 集电极　高低　略小于1　8. 较高　9. 36V　10. 5　165

二、VT1、VT2为复合调整管；VT3为比较放大管；VD为基准电压稳压管；R1为调整管的偏流电阻和比较放大管的集电极负载电阻；R2为稳压管的限流电阻；R3、RP和R4组成输出电压取样电路，又是VT3的上下偏流电阻，RP为输出电压调整电位器。

三、发光二极管VD1、VD2的闪烁频率分别与R1、C1和R2、C2有关；在三极管VT1、VT2的集电极输出的是矩形波。

四、(a) PNP管　(b) NPN管　(c) PNP型　(d) NPN型

五、超外差收音机整机框图（见右图）



编者按： 在电动车日益普及的今天，电动车充电器作为电动车的一个重要配置也越来越受到人们的关注。了解电动车充电器的原理，掌握电动车充电器的相关知识，对延长电动车的使用寿命、保障电动车的行驶安全是十分重要的。本文先对电动自行车蓄电池的知识作一介绍，今后还将进一步介绍电动车充电器的知识，希望对您有所帮助。

认识电动自行车蓄电池

文／唐奂知

目前电动车使用的电池主要有铅酸蓄电池、镍－金属氢化物蓄电池(ni-mh电池)、锂离子蓄电池、燃料电池及锌空电池。其中，铅酸蓄电池价格便宜，材料来源丰富，技术和制造工艺比较成熟，是目前商品化电动车主要采用的电池。电动车充电器的作用是对电动车的车载铅酸蓄电池进行补充充电，要熟知充电器的原理，首先必须了解铅酸蓄电池的一些关键特性，所以，本期先介绍一下电动车铅酸蓄电池。

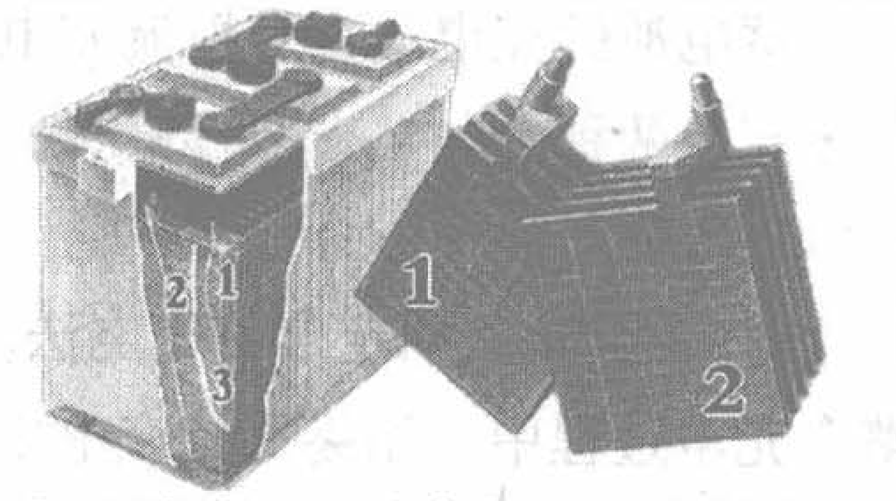
一、电动车蓄电池的基本构造

电动车蓄电池是一种可以将电能转化为化学能，也可以将化学能转化为电能的设备。给蓄电池充电时，蓄电池将电能转化为化学能，存储在蓄电池中。电动车工作时，蓄电池将存储的化学能转化为电能，用于驱动电动车的电动机转动，带动电动车行驶。

因为蓄电池极板的主要材料是铅和铅的氧化物，同时蓄电池的电解液是硫酸的水溶液，所以，电动车使用的蓄电池通常被称为铅酸蓄电池。

电动车蓄电池和其他蓄电池一样，通常由几个独立的单元组成，我们常称一个单元为一格，每格蓄电池的额定端电压为2V，大多数的蓄电池由六格串联而成，所以每个蓄电池的端电压为12V。电动车通常采用三个或者四个12V的蓄电池串联使用，总电压为36V或48V。

图1是蓄电池的基本构造示意图，它主要由正、负极板，隔板和电解液，电池槽及连接条(或铅零件)，接线端子和排气阀等组成。



1、正极板 2、负极板 3、电解液
图1

蓄电池的单格由若干片正极板与若干片负极板(负极板比正极板多一片)间隔重叠而成，中间用超细玻璃纤维隔板隔离。数片正极板用铅合金焊接在一起组成正极群，同样，数片负极板用铅合金焊接在一起组成负极群，正、负极群装于电池槽内组成单体蓄电池。单体电池之间用铅零件或连接条从单格之间的电池槽隔板顶端(或穿孔穿壁焊)以串联形式连在一起。电池槽盖用密封胶粘结。首尾单格作引出端子，引出正负极。

二、蓄电池的放电特性

图2是铅酸蓄电池的典型放电曲线，这是以一个单体蓄电池为例，采用1/20放电率恒流放电进行分析的。蓄电池端电压的变化规律分三个阶段：

1.开始放电阶段（2.11V～2.0V，图2中的A段）

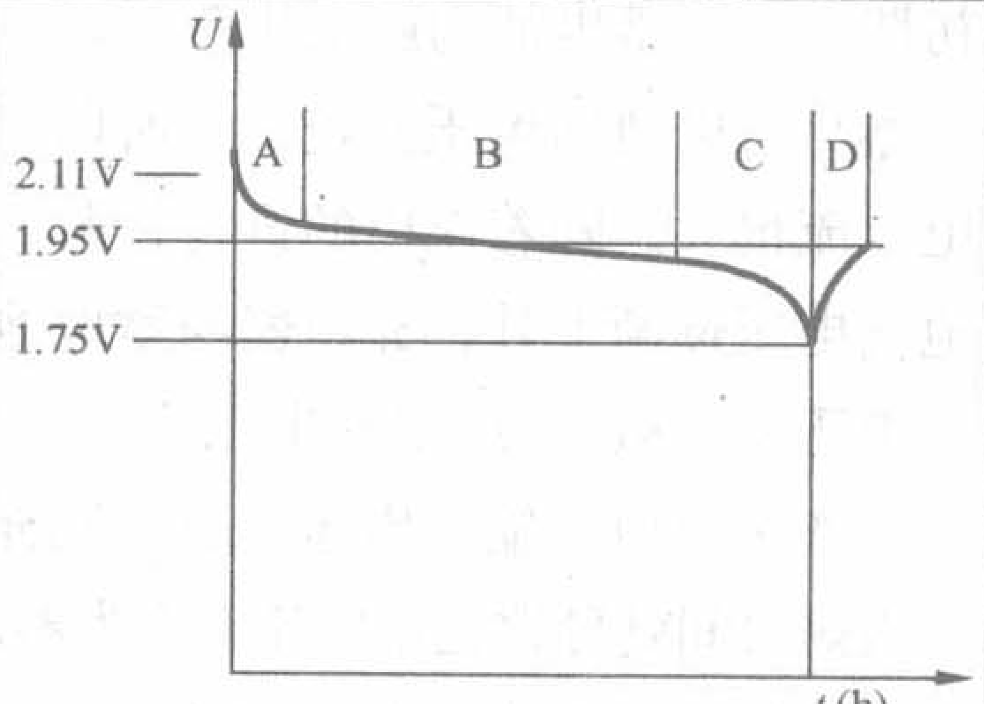


图2

开始放电时，首先消耗的是极板孔隙内的硫酸，而这部分硫酸非常有限，所以极板孔隙内的硫酸密度迅速下降，使得蓄电池的电动势E和端电压U也随之迅速下降。

2.相对稳定阶段（2.0V～1.85V，图2中的B段）

随着极板孔隙内硫酸密度的明显下降，孔内外的硫酸密度差不断增大，硫酸向孔内扩散的速度也随之加快，从而使放电电压和放电电流得以维持。

当孔外补充的硫酸和孔内消耗的硫酸相等时，孔内外的密度差基本保持一定。这时孔内的电解液密度随着孔外的电解液密度一起下降，蓄电池电动势E和端电压U也随之直线下降，这就是相对稳定阶段。

3.迅速下降阶段（1.85V～1.75V，图2中的C段）

这一阶段有三个特点：(1) 放电接近终了，孔隙外的密度已经大大下降，难以维持足够的密度差，使离子扩散的速度下降，同时离子的扩散距离也在增长；(2) 在放电过程中，附着在极板表面的硫酸铅增多，势必堵塞孔隙，将部分活性物质与电解液隔离开来；(3) 硫酸铅本身的导电性能很差，放电时间越长，硫酸铅越多，蓄电池内阻越大。由于这三方面的原因，导致蓄电池电动势和端电压迅速下降。

蓄电池放电终了，可以通过两个特征来判断：(1) 单格电压下降到放电的终止电压，以20小时放电率放电，

单格电压为1.75V，折算为12V蓄电池的总体电压为1.75V × 6 = 10.5V；（2）蓄电池电解液密度下降到最小允许值，约为1.11。

当蓄电池端电压下降到1.75V时，如果仍然继续放电，将加速蓄电池的损坏。此时如停止放电，蓄电池的端电压会很快回升到大约1.95V（对于12V蓄电池，该电压值为1.95V × 6 = 11.7V）。

三、蓄电池的充电特性

我们今天更关注的是如何给蓄电池充电。所谓充电，就是将电能转化为化学能存储在蓄电池里面的过程，为电动车正常行驶提供充足的能源供应。

图3是铅酸蓄电池的典型充电特性曲线，通常是以恒流充电进行分析。

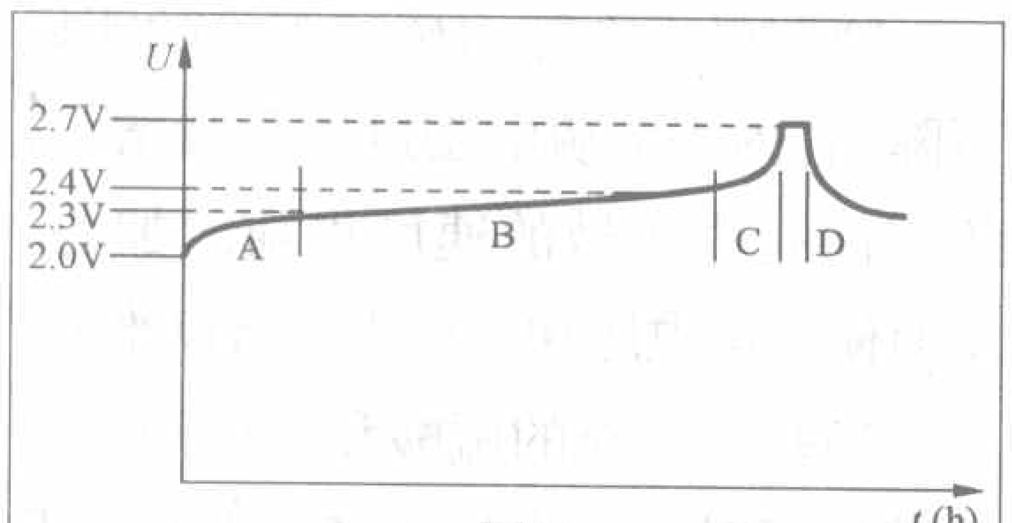


图3

蓄电池的充电特性仍然可以归纳为三个阶段来阐述：

1.开始充电阶段（2.0V～2.3V，图3中的A段）

开始接通充电电流时，极板孔隙内硫酸迅速增多，电解液密度增大，电动势迅速上升。

2.相对稳定阶段（2.3V～2.4V，图3中的B段）

继续充电至孔隙内硫酸的生成速度和向孔外扩散的速度相等时，电解液的浓度将随着整个容器内的电解液密度直线上升，蓄电池的电动势和端电压也直线上升，这一过程将持续较长时间。

3.迅速上升阶段（2.4V～2.7V，图3中的C段）

当充电达到2.4V～2.7V时，蓄电池极板上可参与反应的活性物质绝大多数都被还原为二氧化铅和纯铅，此时如果继续充电，则充电的电能几乎全部用于电解水，所以会产生大量气泡。呈现“沸腾”状态。

蓄电池充满电的特征是：（1）端电压上升到最大值，并在2～3小时内保持不变；（2）电解液密度上升到最大值，并在2～3小时内不再增加；（3）产生大量气泡，电解液呈“沸腾”状态。

四、蓄电池的充电方法

蓄电池的充电通常有恒流充电和恒压充电两种。

1.恒流充电

恒流充电，又叫定电流充电法，在整个充电过程中，始终保持充电电流恒定不变。在充电过程中，由于蓄电池的端电压逐渐升高，为了保持充电电流的恒定，必须相应提高充电电压。当单格电压上升到2.4V时，应将充电电流减半，直到完全充足为止。

采用恒流充电法，无论蓄电池是6V的还是12V的，都可以串联在一起进行充电。但是，各个蓄电池的容量应当尽可能相同，否则应当以容量最小的蓄电池计算充电电流。当小容量蓄电池充足之后，应当及时摘除，再继续给大容量蓄电池充电。

恒流充电法的优点是可以任意选择充电电流，有益于延长蓄电池的使用寿命。缺点是充电时间长，并且需要经常调整充电电流。

2.恒压充电

恒压充电又叫定电压充电法，在充电过程中，始终保持一个恒定的充电电压，绝大多数汽车都采用这种充电方法对车载蓄电池进行充电。充电初期，由于蓄电池的端电压较低，充电器与蓄电池的电压差较大，所以充电电流也大。随着充电的进行，蓄电池端电压逐渐上升，充电器与蓄电池的电压差也减小，所以充电电流减小。

如果充电器输出电压不足，则充电很短时间就导致充电电流下降为零，过早地结束了充电，长期如此，势必导致蓄电池长期充电不足，容量下降，寿命缩短。

如果充电器输出电压过高，充电电流将显著增大，即使蓄电池已经充足电，但端电压仍然低于充电器的输出电压，充电电流仍然存在，充电始终在进行，势必导致蓄电池过充电，加快电解液的消耗，使用寿命缩短。

因此，在维修充电器过程中，将充电器的输出电压设定为一个合适的电压范围是十分必要的。

3.新型快速充电技术

前面介绍的两种传统充电方法充电时间较长，还限制了蓄电池的循环利用次数，并增加维护工作量。此外，对于像电动汽车等要求蓄电池连续供电的场合，使用起来很不方便。而采用快速充电方法，可以缩短蓄电池的充电时间，提高充电效率，节约能源。

目前，大家比较认同的快速充电方法是脉冲充电、脉冲放电去极化方法。因为在充电过程中，蓄电池中产生的极化电压会阻碍其本身的充电，影响充电速度。因此，在蓄电池充电过程中，适时地暂停充电，并且适当地加入放电脉冲，就可迅速而有效地消除各种极化电压，从而提高充电速度。

五、蓄电池的充电种类

蓄电池的充电通常有初充电、补充充电和去硫化充电等几种。

1.初充电

对新蓄电池或者更换极板后的蓄电池进行的第一次充电，叫初充电。初充电对蓄电池的使用性能和使用寿命的影响非常大。初充电的特点是充电电流小，充电时间长。一般情况下，初充电的时间大约为40～60小时。

2.补充充电

蓄电池在使用过程中，如果因为充电电压低或者充电机会少等原因导致蓄电池容量下降，应当及时对蓄电池进行补充充电。蓄电池容量不足通常有如下现象：

我也来谈CMOS与非门的模拟放大应用

文/布拉克

笔者阅读了本刊“初学者园地”栏目里2005年第6期“元器件的变通运用”系列中的文章《CMOS门电路在放大电路中的变通运用》和2004年第2期中的文章《简易CMOS收音机》，对两篇文章中提到的对CMOS门——反相器的模拟放大应用十分感兴趣，于是自己在实验室根据这两篇文章做了一些实验，在本文里提出一些个人的不同看法。

首先，两篇文章中提到的CMOS与非门用于模拟放大的原理是正确的，但在电路实现上有些欠缺。

如图1所示，当CMOS逻辑门不工作在逻辑区（即输入电压不是低电平或V_{DD}，而是在$1/2 \cdot V_{DD}$左右）时，这一段CMOS门的传输曲线可以用于放大，即当输入信号的幅度很小时，输出信号的幅度可以变得很大。

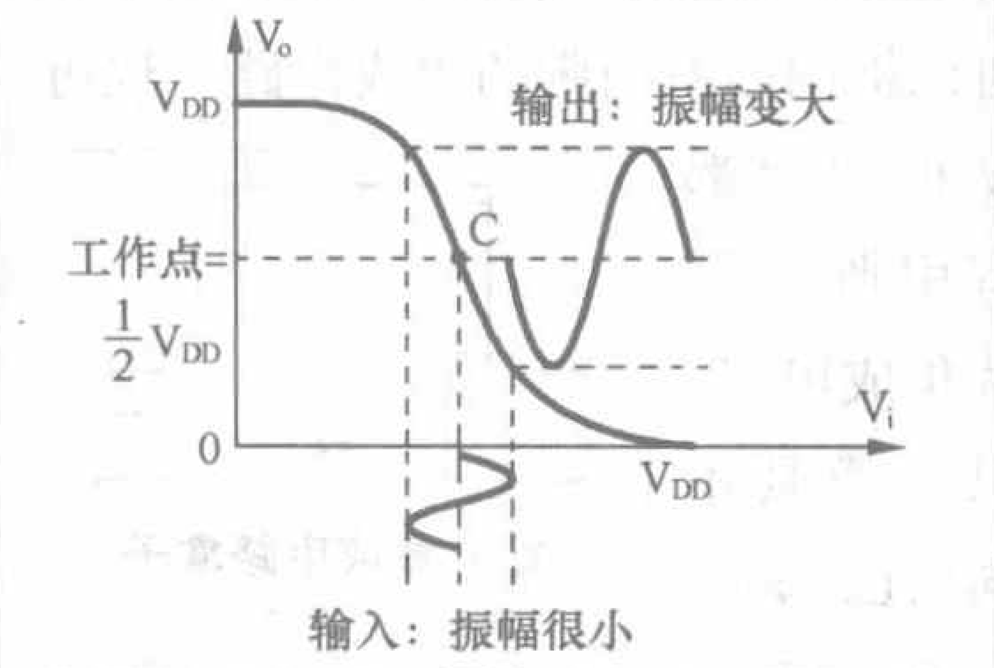


图1

但是，本文开头提到的两篇文章忽略了一个问题：根据笔者的实验和观察，这个可用于模拟放大的区域十分小，即只有当输入信号的振幅是毫伏级才可以。对于这种小信号，还应该要求输入电压达到0.5倍的V_{DD}（一般都会在2.0V以上），因此还必须加入一个简单的直流升压电路。原理图如图2所示。

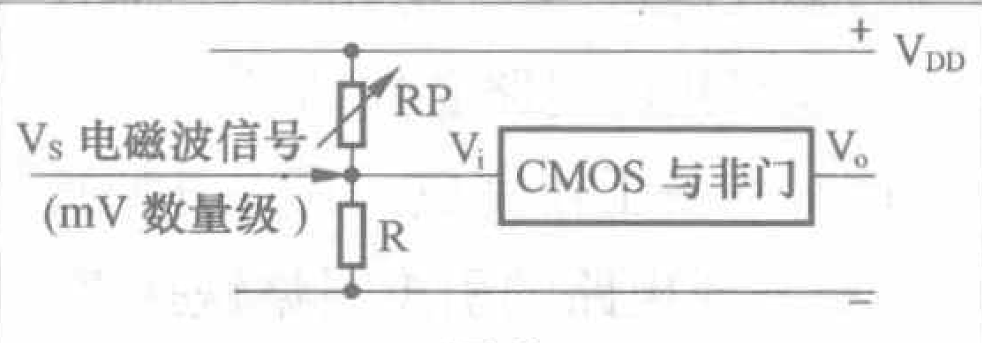


图2

当毫伏数量级的信号进来时，可以在V_{DD}上再接一个由可调电阻RP和固定电阻R所组成的分压电路，通过调节RP的阻值，给输入信号加入一个合适的直流电压，既不影响输入信号的波形，又把输入信号提到了合适的$1/2 \cdot V_{DD}$的工作点那里。这样的信号输入到后面的CMOS与非门的反馈放大电路，才会有放大后的信号输出。

笔者根据这个原理重新设计了电路，以简单的CMOS与非门（这里我使用了TC4069UBP）调幅收音机电路为例，如图3所示。

图3中，R1是输入电阻，R3与TC4069UBP一起构成了反馈放大电路，而RP（最大值10k）和R2（10k）是直流分压电路，用于把输入的毫伏数量级的小信号提升至$1/2 \cdot V_{DD}$的放大工作点。整个电路由LC回路来接收电磁波信号，信号通过CMOS反相器放大后，经过三极管检波并输出，整个电路由6V的直流电源供电。

我们可以用信号发生器和示波器对这个电路进行测试，会发现它在模拟放大中的一些非常好的优点。

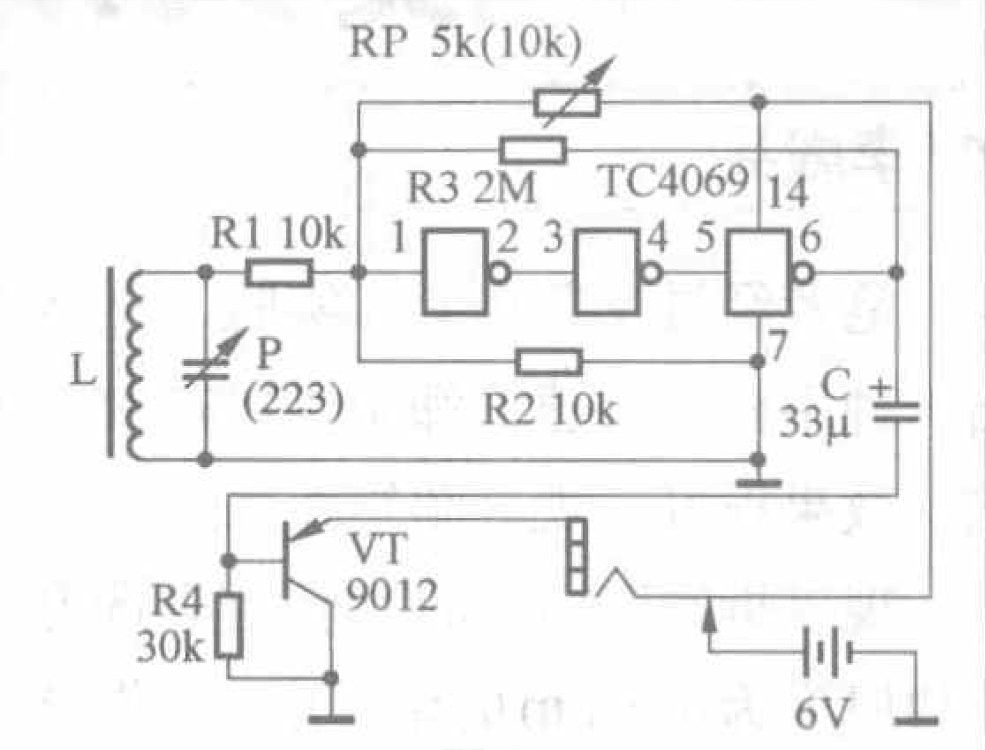


图3

1. 放大倍数理想

输入的信号在毫伏级，输出可达伏特级，放大倍数可以上百。

如图4所示，使用信号发生器输入频率为1147.1kHz，幅度为21.8mV的小信号，但输出是在伏特级。

图4

从示波器旋钮可以看到，左边对应输入信号的旋钮在20mV挡，右边对应输出信号的旋钮在2V挡。

再看一下示波器的输出输入信号波形对比，如图5所示，上面的是输入信号，下面是输出信号。

根据图5所示，可以计算出输出信号幅度约为：2.5格×2V/格=5.0V，相对于输入的21.8mV，放大倍数≈230倍，是很理想的倍数。

2.CMOS门电路的放大电路有选频除噪声的能力

（1） 电解液密度下降到1.200以下。（2）冬季放电超过25%，夏季超过50%。（3）灯光比平时暗淡（排除其他电气故障因素的情况下）。（4）启动无力（排除其他机电故障因素的情况下）。

3.去硫化充电

蓄电池发生硫化故障后，内阻将显著增大，导致充电时很快就“充足”，充电时温度明显升高。严重硫化的蓄电池只能报废，对于轻微硫化的蓄电池，可以采用去硫化充电进行修复。

本期对电动车蓄电池构造及其充电、放电特性进行了简单的介绍，今后本栏还将介绍电动车充电器的原理及维修知识，提请读者关注。

编者注：拆卸集成电路的方法有很多种，比如使用吸锡器吸锡拆卸，用多股铜线吸锡拆卸，利用空心针头拆卸，通过增加焊锡融化来拆卸，以及针对贴片元件的漆包线吸锡拆卸法和热风枪法，其中有些方法本刊以前曾有文章介绍，读者可以根据自己的习惯和需求来选择。本文介绍的拆卸方法适合于读者在大量或长期拆卸集成电路时使用。

模具法快速拆卸集成电路

文 / 李殿兵

笔者经过反复琢磨和实验，总结出一种用模具快速拆卸集成电路的方法，效果很好，现介绍给大家。

现以拆卸TA7698为例，首先选用一块厚度为0.8mm的紫铜皮，制作成图1所示模样，笔者称它为模具。将模

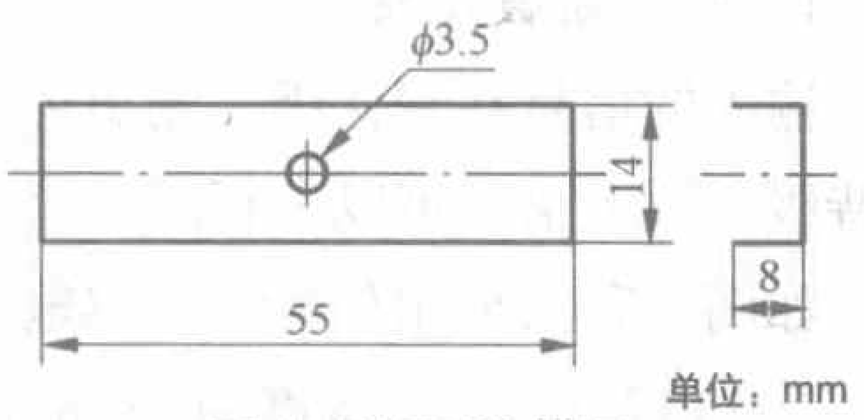


图1 TA7698模具

具孔的周围，对应集成电路引脚的部位都镀上锡。再选用一把200W的电烙铁，在烙铁头的平面上钻一ϕ 3.5mm的孔，用一条M3.0的螺钉将模具和电烙铁固定在一起。另外用手用钢锯条制作一个用于取下集成电路的拿子，方法如下：将钢锯条的两端折断，然后放在酒精灯上烧，在火上弯制成图5的形状，并将头部锯齿用砂轮机磨掉，拿子便做好了。有一点需要说明，拿子适用于拆卸引脚较多的集成电路，引脚较少的集成电路，就不必用拿子，而仅用漆包线将集成电路套住即可。

这时准备工作完成，可以开始拆卸了。将集成电路的引脚用烙铁扶直，用拿子卡住集成电路，将已烧好的电烙铁上的模具引脚部位上好锡，对准集成电路引脚加热，加热的时候让模具在引脚上来回滑动，待引脚上的焊锡都熔化以后，持拿子的手轻轻一提，便可将集成电路轻松拿下。整个操作过程有两个关键：一是烙铁头和模具要贴合，烙铁能化锡以后，要在结合

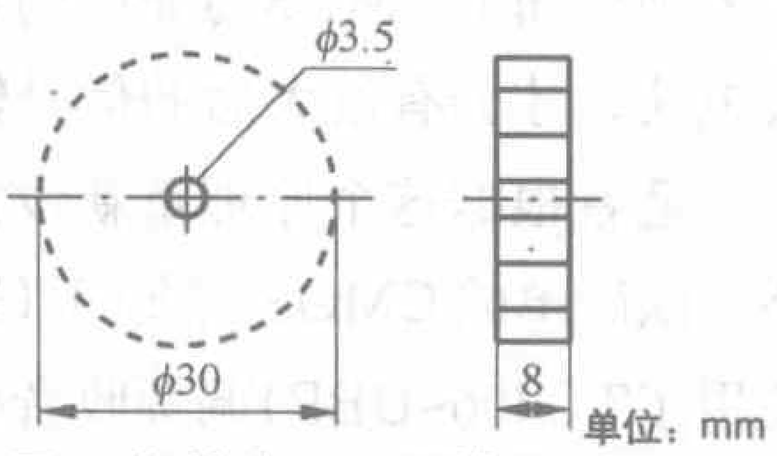


图2 行输出变压器模具

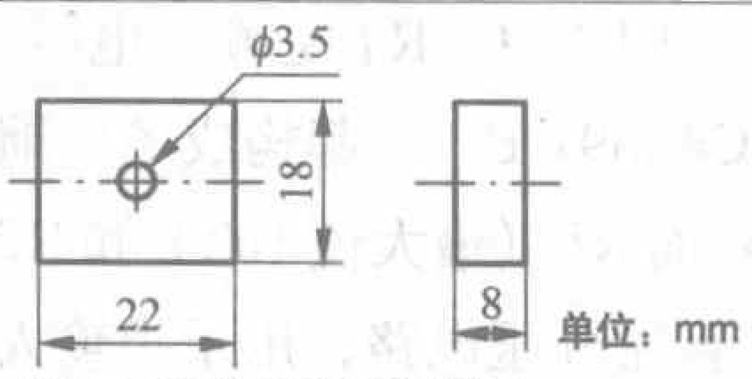


图3 CXD2540Q模具

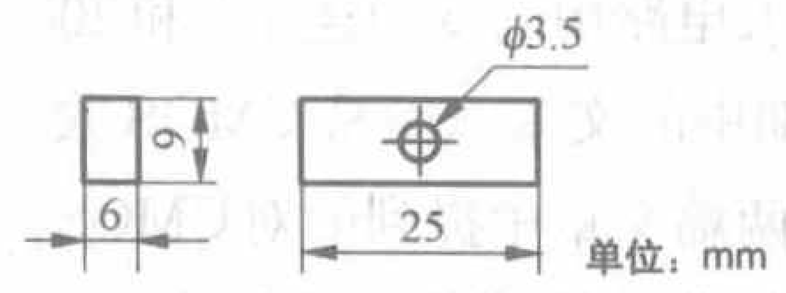


图4 中频变压器模具

面上上锡，以保证热量传递。另一关键是要为模具引脚部位上足锡，上锡的时候可以用另外一把小电烙铁帮助。由于模具可以重复使用，所以虽然第一次使用本方法费一些工时，以后取集成电路就方便了。此方法的最大优点是在电路板上操作时间短，不损坏电路板和焊盘。读者可以制作许多各种各样的模具来应对不同的集成电路，笔者举例绘制了除图1外的图2、图3、图4，供读者参考（注：图1～图4均用0.8mm紫铜皮制作）。本方法不仅可以拆两面有引脚的集成电路，也可以拆四面都有引脚的贴片集成电路，只是模具不同而已。

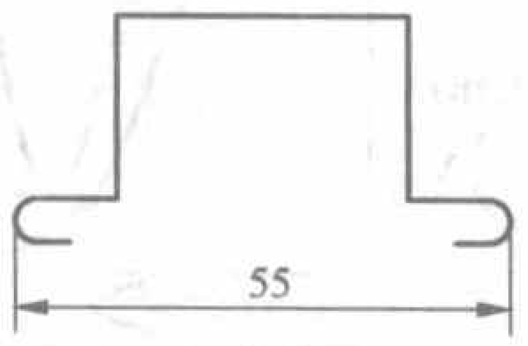


图5 集成电路拿子

再由图5可以看到，当输入信号频率较高（1000kHz级）而幅度较小（10mV级）时，正弦波形受到高频噪声很大的影响（图5中，上方的波形），产生了失真。但输出波形却十分标准

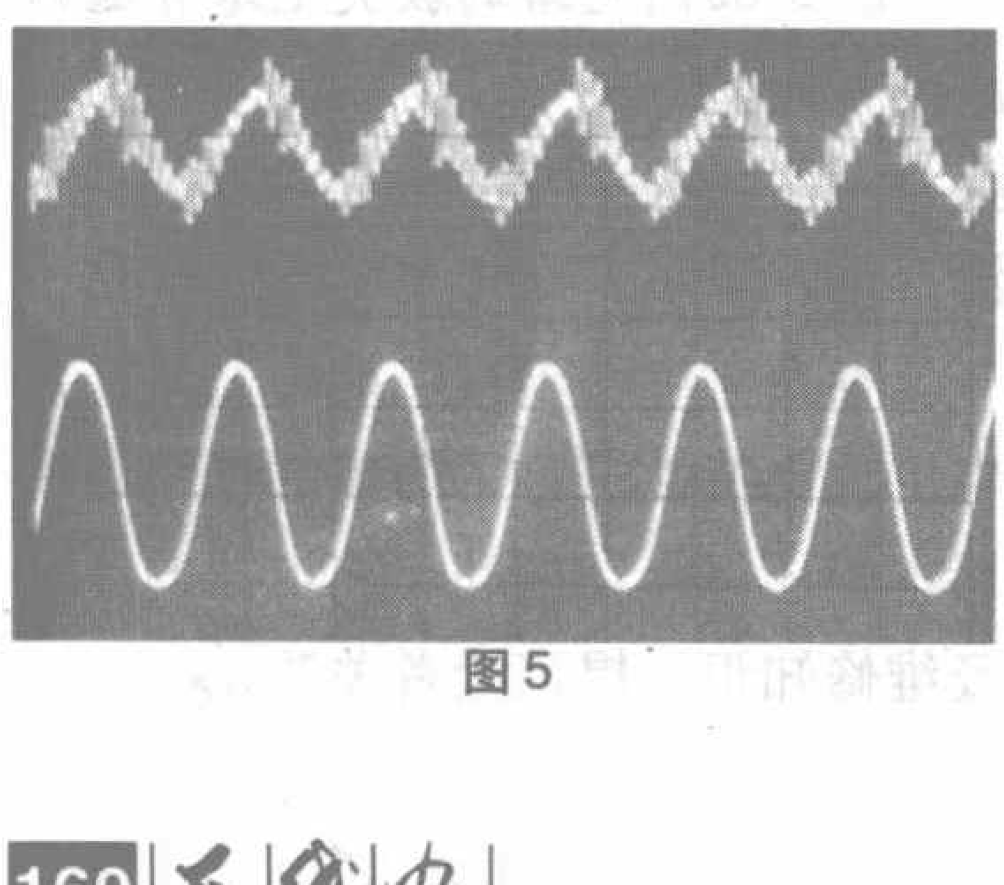


图5

为正弦波（图5中，下方的波形）。可见，CMOS门电路组成的放大电路滤掉了超高频的噪声，而只通过了一定频率范围内的信号。这正是这个放大电路最大的优点！

图6是笔者根据自己设计的电路图所做的简单调幅收音机。

因此笔者认为2005年6月和2004年2月的两篇文章在放大原理上是正确的，但对于如何使小信号能够在一个合适的工作点附近工作，则没有给出相应的解决方法。笔者用自己的设

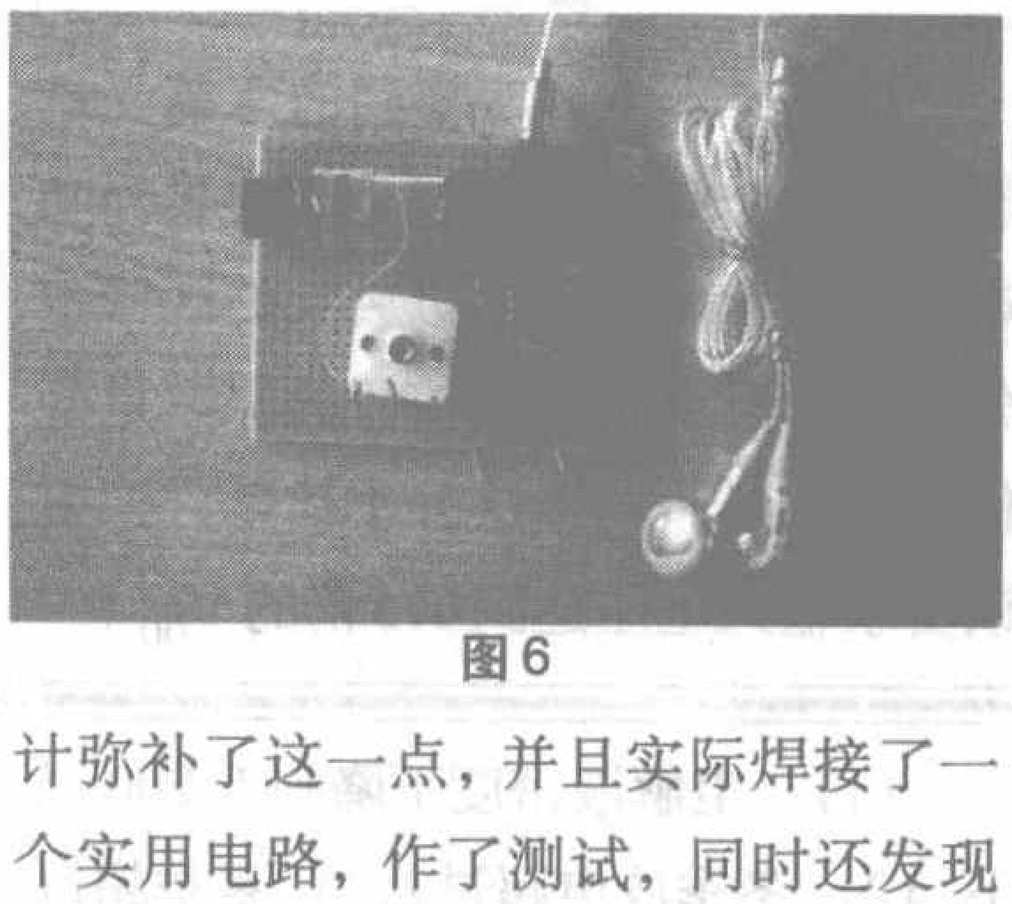
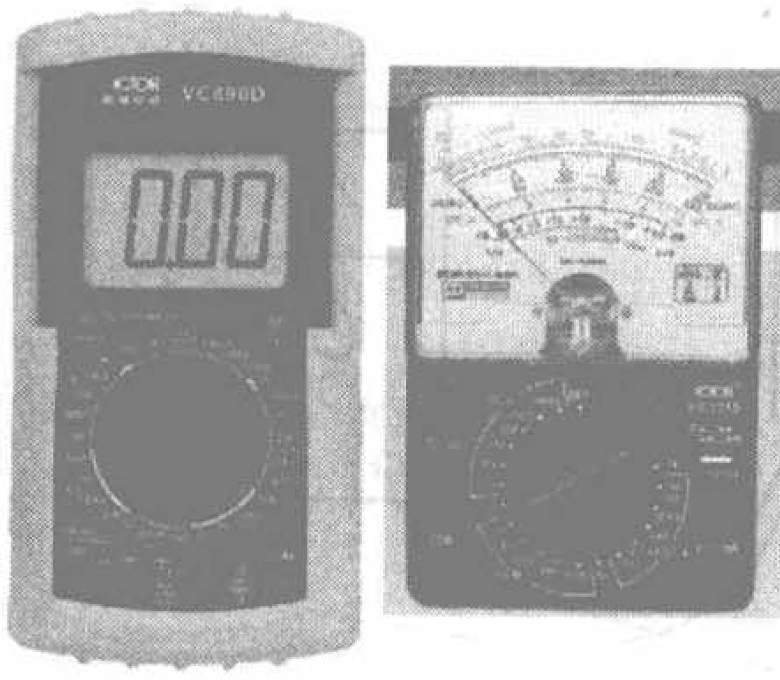


图6

计弥补了这一点，并且实际焊接了一个实用电路，作了测试，同时还发现了这种CMOS与非门放大电路的两个显著的优点，希望对大家有所帮助。



小制作点点通

如何用好万用表

文/莫 恩

小制作过程中，元器件检测和电路调试等都需要用到万用电表。万用电表简称为万用表，分为模拟万用表和数字万用表两大类，是最基本最常用的电子仪表，也是电子制作必不可少的重要工具。熟悉和了解万用表的基本性能，掌握正确的使用方法，是进行电子制作的基础。

一、模拟万用表

通常所说的万用表是指模拟万用表，即指针式万用表，它采用微安表头作为测量指示，可以测量直流电流、直流电压、交流电压、电阻，以及音频电平、电容、电感、晶体管直流参数等。图1所示为较常用的MF47型万用表，其测量对象与范围见表1 。

由于电阻挡必须使用直流电源，因此，使用前应给万用表装上电池。一般习惯上将红表笔插入“+”表笔插孔，黑表笔插入“−”表笔插孔。万用表在使用前，还应检查表针是否指在机械零位上，即表针在静止时，是否准确指在刻度线最左边的“0”位上，如不在，应用小螺丝刀缓慢旋转表头下边的机械调零器，调节表针的静止位置使其准确指“0”。

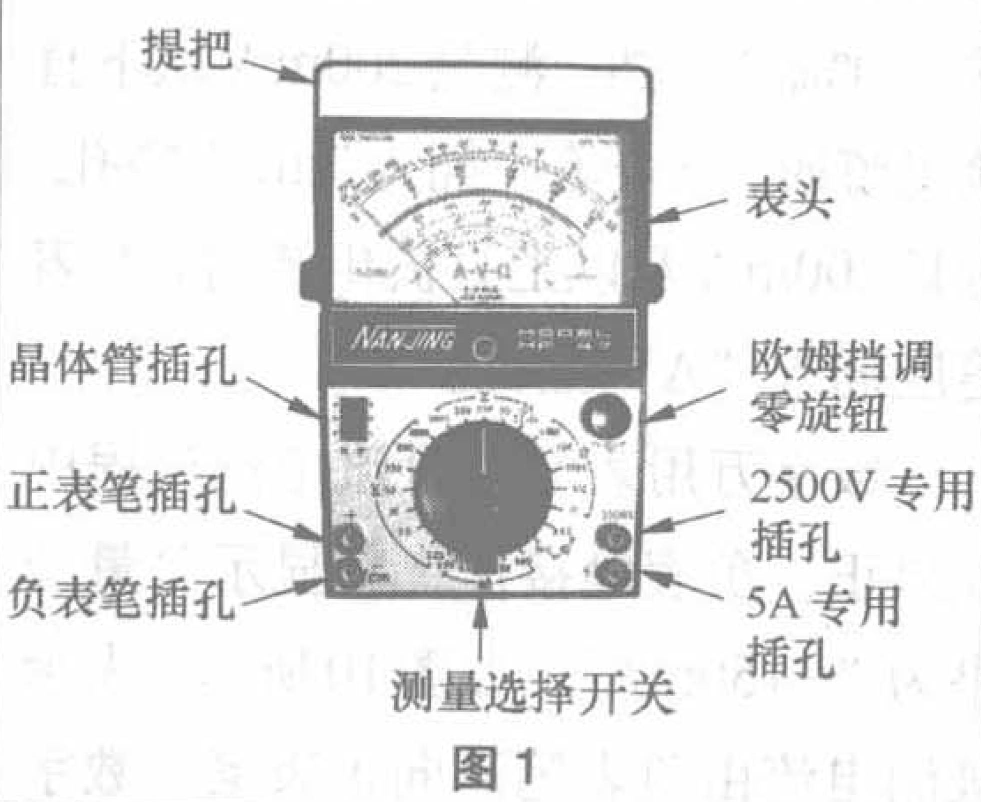


图1

表1 MF47型万用表测量对象与范围

测量对象	测量范围	挡位数
直流电流	0A～5A	6
直流电压	0V～2500V	9
交流电压	0V～2500V	6
电阻	0～∞（可读0～40MΩ）	5
音频电平	−10dB～+62dB	5
电容	0.001μF～0.3μF	1
电感	20H～1000 H	1
晶体管	β：0～300，I_{cbo}，I_{ceo}	1

使用万用表进行测量时，首先应根据测量对象选择相应的挡位，然后估计测量对象的大小选择合适的量程。例如测量220V市电，可选择“交流电压250V”挡，如图2所示。如果无法估计测量对象的大小，则应先选择该挡位的最大量程，然后逐步减小，直至能够准确读数。读数时，眼睛应垂直于表面观察表针。如果视线不垂直，将会产生视差，使得读数出现误差，如图3所示。

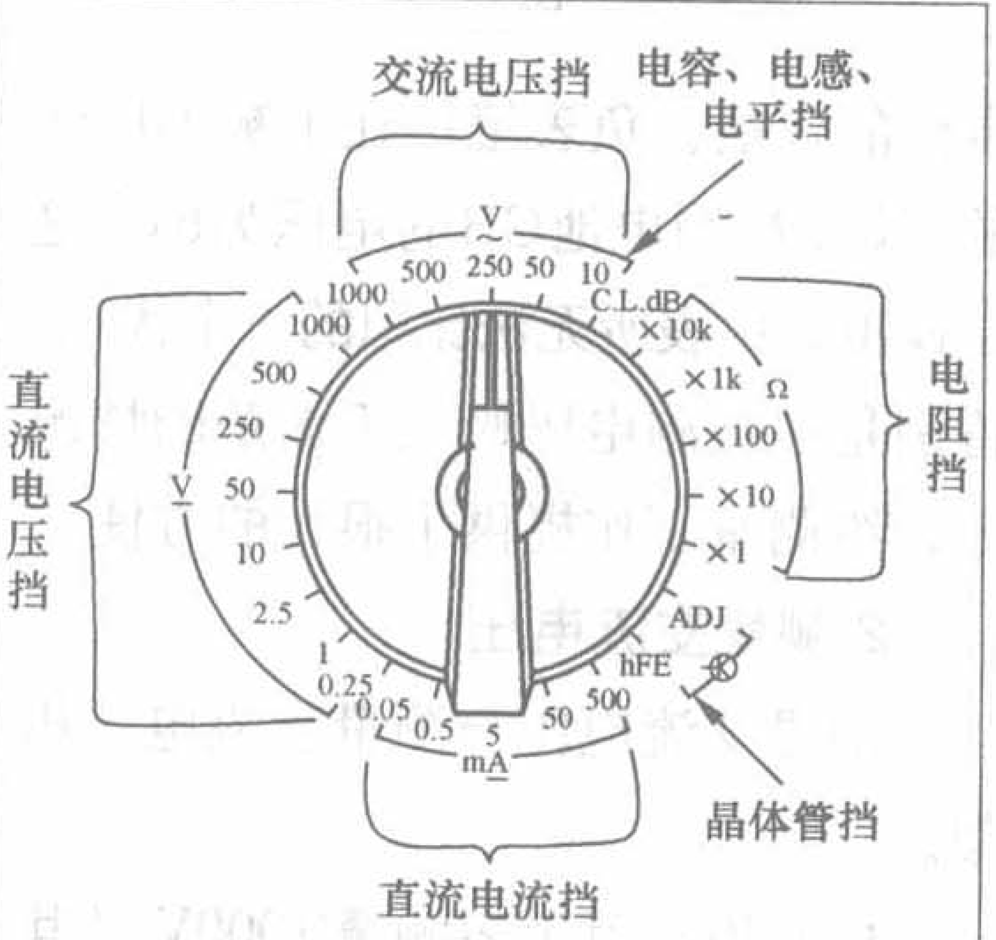


图2

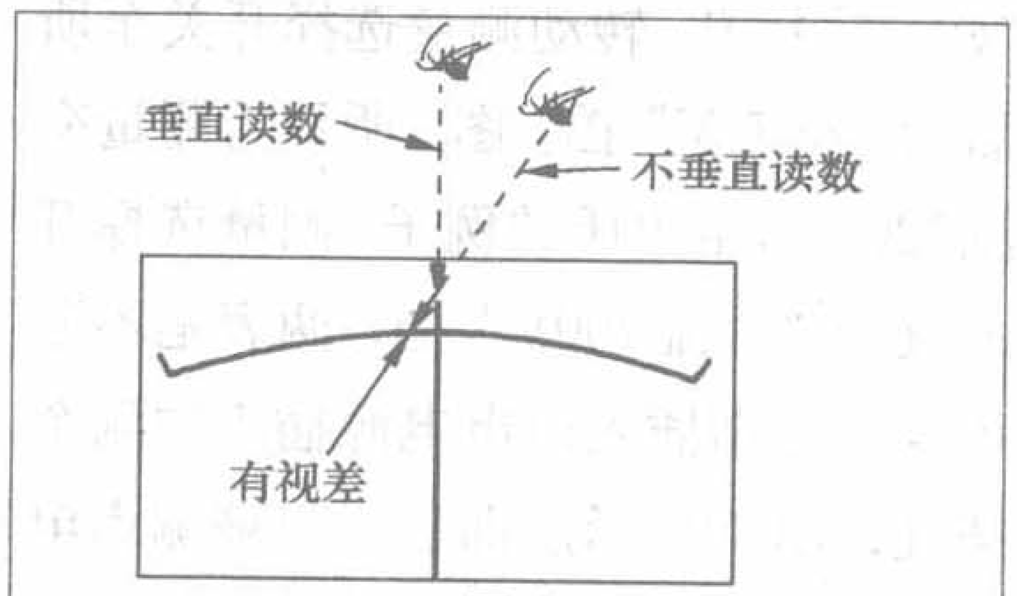


图3

二、数字万用表

数字万用电表是一种数字化的新型测量仪表，采用LCD或LED数码显示屏作为测量指示，具有测量精确、输入阻抗高、读数显示准确直观等特点，可以测量交、直流电压、电流、电阻，以及电容、电感、晶体管、频率、温度等。图4所示为较常用的DT890B型数字万用表，其测量对象与范围见表2。

表2 DT890B数字万用表测量对象与范围

测量对象	测量范围	挡位数
直流电压	0V～1000V	5
交流电压	0V～700V	5
直流电流	0A～20A	4
交流电流	0A～20A	4
电阻	0～200 MΩ	7
电容	1pF～20μF	5
晶体二极管	正向压降	1
晶体三极管	β：0～1000	1

DT890B是三位半便携式数字万用表，LCD液晶显示屏最大显示读数为“±1999”（“+”符号不显示出来）。数字万用表是有源仪表，必须接上电源才能工作，采用9V层叠电池为电源，功耗约30mW。一般习惯上将红表笔按测量需要插入“VΩ”或“mA”或“A”插孔作为正表笔，将黑表笔插入“COM”插孔作为负表笔。按下控制面板上的电源开关（POWER），

图4

LCD显示屏应有“000”字符显示。如果显示出“BAT”字样，表示电池电压不足，应更换新电池。

使用数字万用表进行测量时，首先应根据测量对象选择相应的挡位，然后估计测量对象的大小选择合适的量程。例如测量9V电池电压，可选择“直流电压20V”挡，如图5所示。如果无法估计测量对象的大小，则应先选择该挡位的最大量程，然后根据显示情况逐步减小量程，直至能够准确显示读数。选择测量量程时，应尽量使LCD显示屏中显示较多的有效数字，以提高测量精度。如果显示屏仅在最高位显示“1”，表示测量对象超过所选量程，应选择更高量程进行测量。

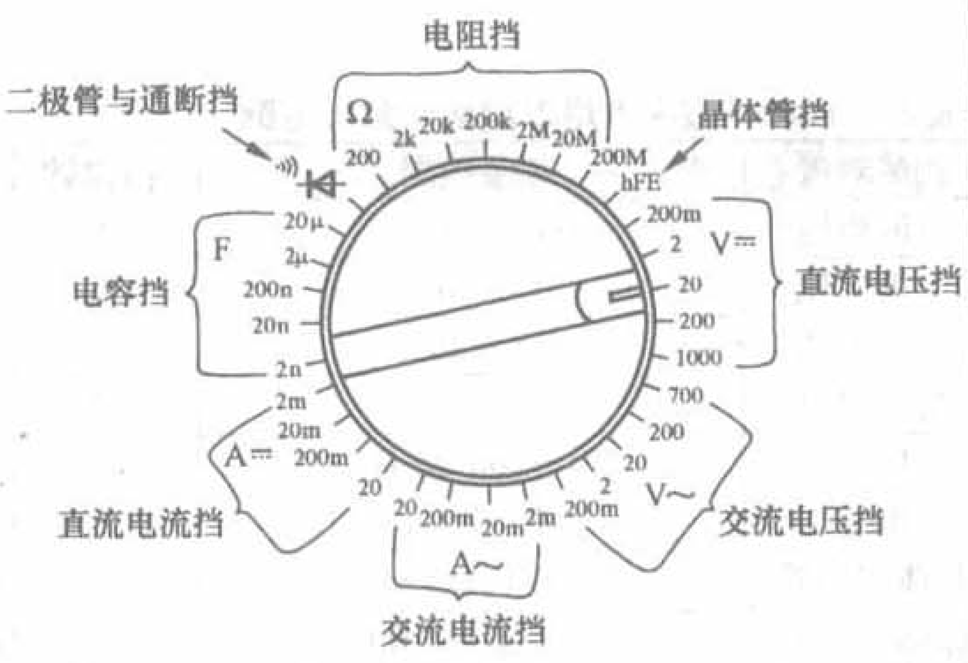


图5

三、万用表使用方法

下面模拟万用表以MF47型为例，数字万用表以DT890B型为例，介绍正确使用万用表的方法。

1.测量直流电压

测量直流电压时，万用表构成直流电压表，直接并接于被测电压两端。例如图6所示电路需测量R2上的压降，电压表并接于R2上即可。

(1) 模拟万用表测量1000V及其以下直流电压时，转动测量选择开关至所需的“直流V”挡。测量1000V以上至2500V的直流电压时，将测量选择开关置于“直流1000V”挡，并将正表笔改插入“2500V”专用插孔。

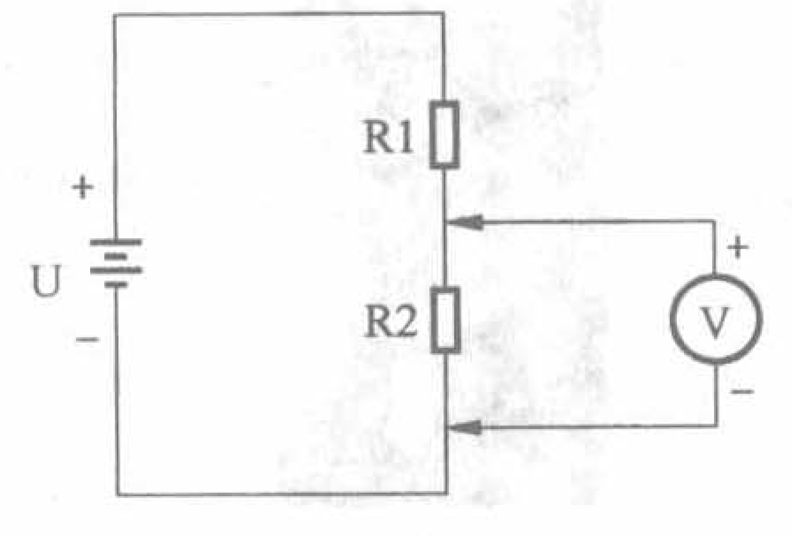


图6

(2)数字万用表测量直流电压时，红表笔插入“VΩ”插孔为正表笔，黑表笔插入“COM”插孔为负表笔，转动测量选择开关至所需的“直流V”挡。因为数字万用表具有自动显示正、负极性的功能，实际上测量过程中即使正、负表笔接反也能正确显示测量结果。如图7所示，测量结果显示为“−6V”，表示正表笔接在了被测电池的负端、负表笔接在了被测电池的正端，被测电池GB的电压为6V。这是模拟万用表所无法比拟的一个优点，特别是在被测电压极性不清楚的情况下，给测量工作提供了很大的方便。

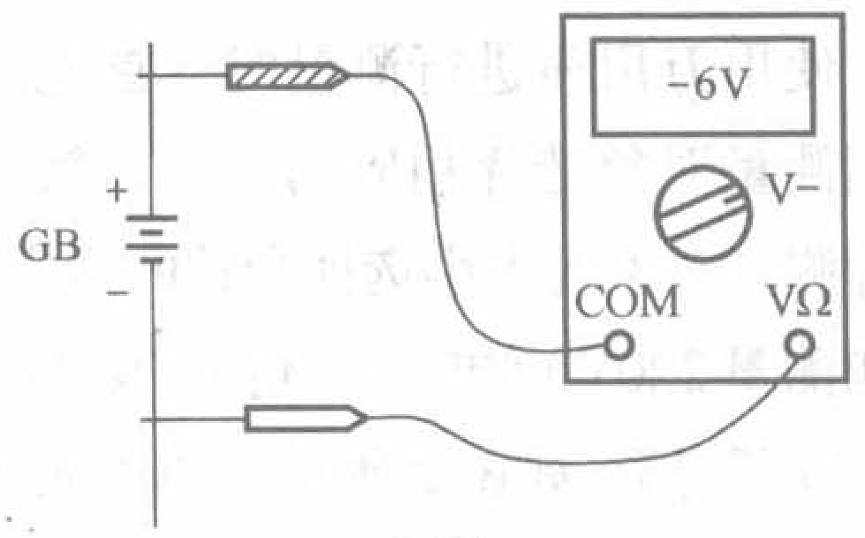


图7

2.测量交流电压

测量交流电压与测量直流电压相似。

(1) 模拟万用表测量1000V及其以下交流电压时，转动测量选择开关至所需的“交流V”挡。测量1000V以上至2500V的交流电压时，将测量选择开关置于“交流1000V”挡，并将正表笔改插入“2500V”专用插孔。

(2)数字万用表测量交流电压时，红表笔插入“VΩ”插孔，黑表笔插入“COM”插孔，转动测量选择开关至所需的“交流V”挡。图8所示为测量交流220V市电电压的例子，测量选择开关置于“交流700V”挡，两表笔不分正、负分别插入市电电源插座的两个插孔，LCD显示屏即显示出被测市电的电压为220V。

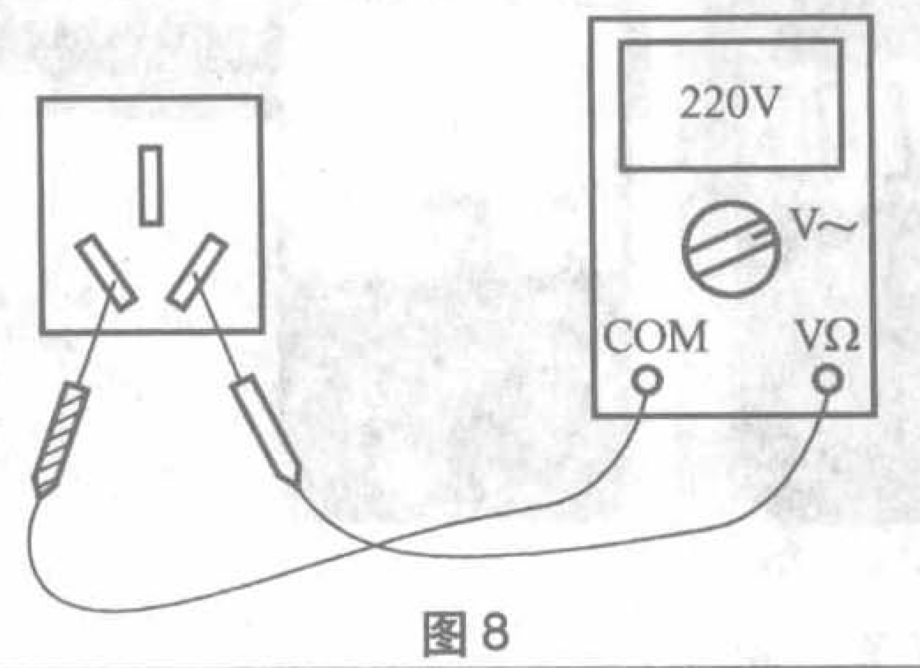


图8

3.测量直流电流

测量直流电流时，万用表构成的电流表应串入被测回路，如图9所示，既可以串入电源正极与被测电路之间，也可以串入被测电路与电源负极之间。

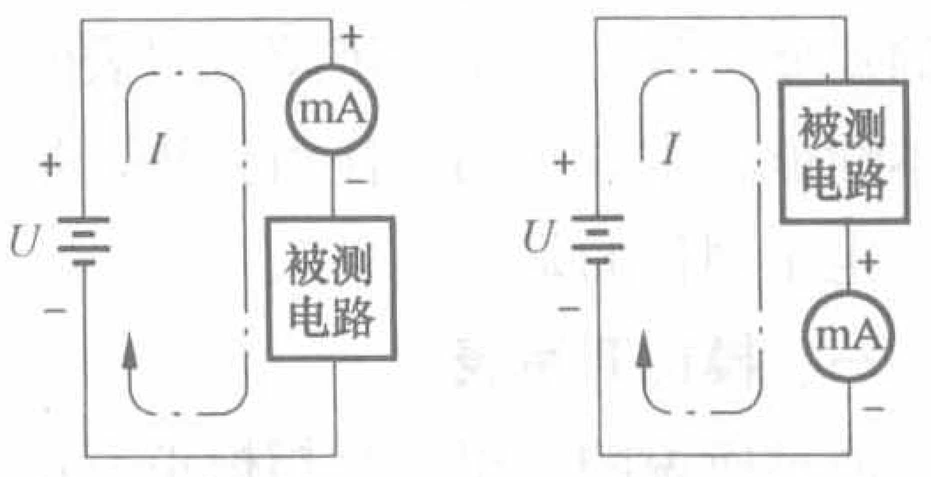


图9

(1) 模拟万用表测量500mA及其以下直流电流时，转动测量选择开关至所需的“mA”挡。测量500mA以上至5A的直流电流时，将测量选择开关置于“500mA”挡，并将正表笔改插入“5A”专用插孔。

(2)数字万用表测量直流电流时，红表笔插入“mA”插孔或“A”插孔为正表笔，黑表笔插入“COM”插孔为负表笔，转动测量选择开关至所需的“直流A”挡。测量200mA以下直流电流时，红表笔应插入“mA”插孔；测量200mA及以上直流电流时，红表笔应插入“A”插孔。

数字万用表测量直流电流过程中如果正、负表笔接反，将显示测量结果为“−150mA”，如图10所示，表示被测电流由负表笔流向正表笔。数字

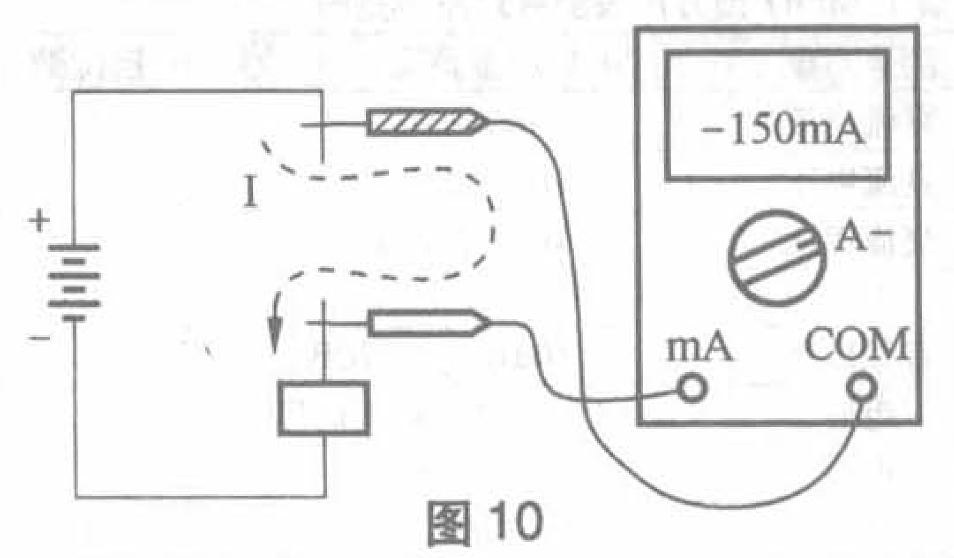


图10

万用表使得测量直流电流时可以不必考虑其电流方向，这在电流方向不明确的情况下特别方便，测量电流大小的同时也测出了电流的方向。

4.测量交流电流

数字万用表能够测量交流电流。与测量直流电流相似，转动测量选择开关至所需的“交流A”挡，串入被测电流回路即可测量。测量200mA以下交流电流时，红表笔应插入“mA”插孔；测量200mA及以上交流电流时，红表笔应插入“A”插孔。

5.测量电阻

测量非在路的电阻时，如图11所示，将两表笔（不分正、负）分别接被测电阻的两端。测量电路板上的在路电阻时，应如图12所示将被测电阻的一端从电路板上焊开，然后再进行测量。否则由于电路中其他元器件的影响，测得的电阻值将会误差很大。测量电路电阻时应先切断电路电源，如电路中有电容则应先行放电，以免损坏万用表。

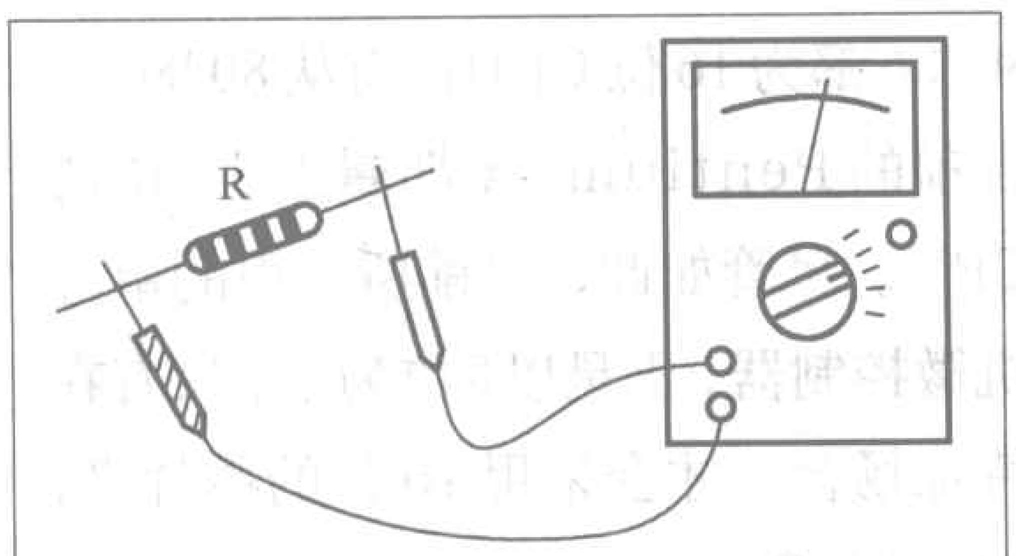


图11

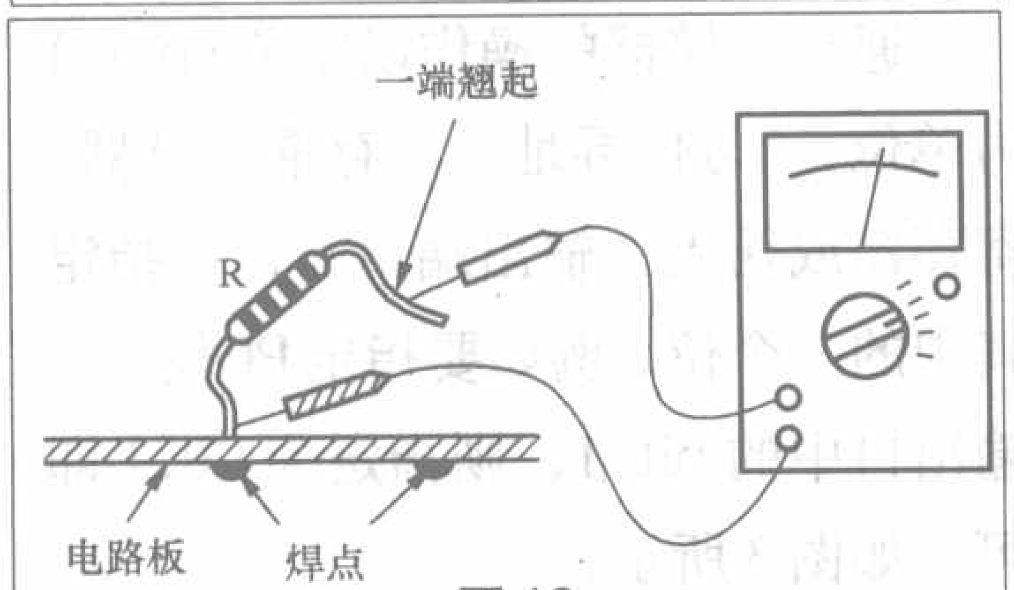


图12

（1）模拟万用表测量电阻时应先校零。根据被测电阻的估计值，转动测量选择开关至适当的“Ω”挡，将万用表两表笔短接，调节欧姆挡调零旋钮，使表针准确指向“0Ω”，如图13所示，然后再进行测量。测量中每次更换挡位后，均应重新校零。

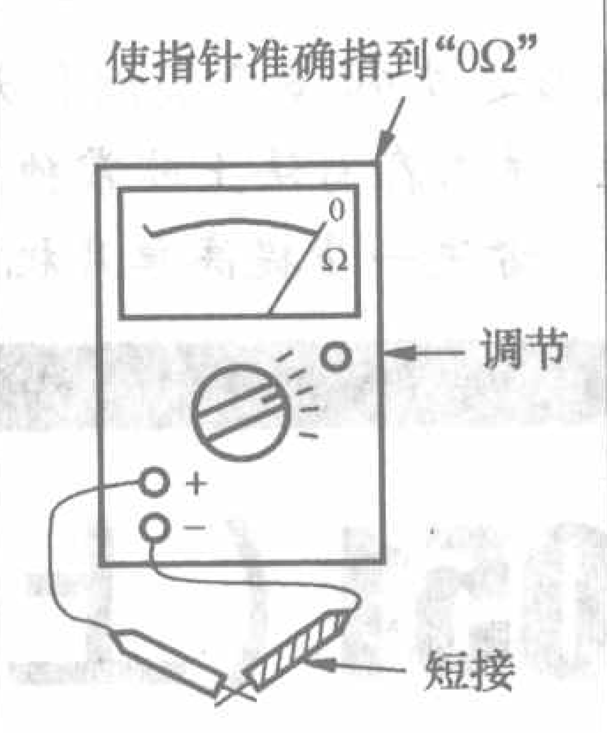


图13

（2）数字万用表测量电阻时，红表笔插入“VΩ”插孔，黑表笔插入“COM”插孔，转动测量选择开关至适当的“Ω”挡即可。数字万用表测量电阻前不用校零，这点比模拟万用表方便。

6.测量电容

（1）模拟万用表测量电容时，通过电源变压器将交流220V市电降压后获得10V、50Hz交流电压作为信号源，将被测电容C与任一表笔串联后，再串接于10V交流电压回路中，如图14所示，万用表即指示出被测电容C的容量。应注意的是，10V、50Hz交流电压必须准确，否则会影响测量的准确性。

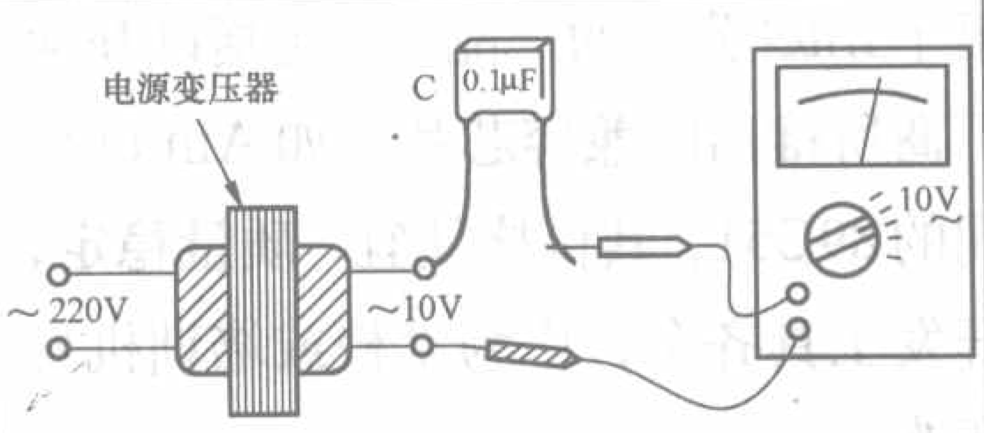


图14

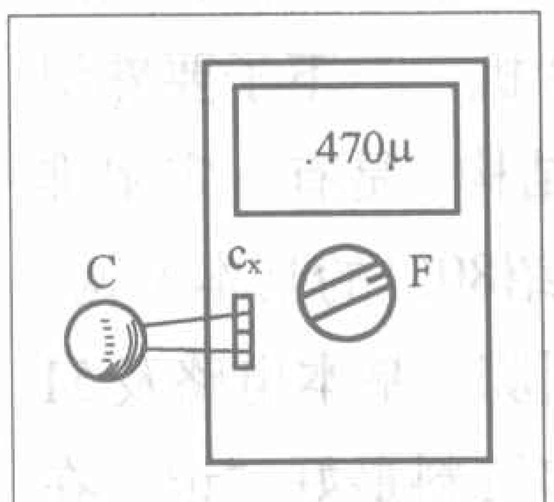


图15

（2）数字万用表测量电容时，不用接表笔，转动测量选择开关至适当的“F”挡，如图15所示，将被测电容器C插入“C_x”插孔即可，不必考虑电容器的极性，也不必事先给电容器放电。

7.测量电感

模拟万用表测量电感与测量电容方法相同，将被测电感L与任一表笔串联后，再串接于10V交流电压回路中，如图16所示，万用表即指示出被测电感L的电感量。

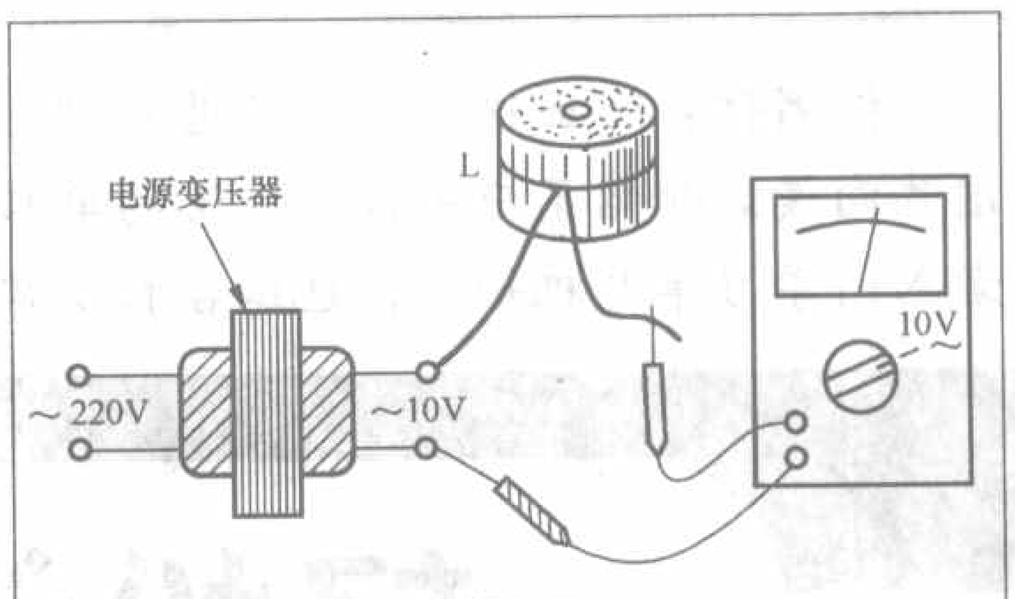


图16

8.测量晶体管直流放大倍数

（1）模拟万用表测量晶体管直流放大倍数时，先将测量选择开关转动至“ADJ（校准）”挡位，两表笔短接，调节欧姆挡调零旋钮使表针对准h_{FE}刻度线的“300”刻度，如图17所示。然后分开两表笔，将测量选择开关转动至“h_{FE}”挡位（如图18所示），即可插入晶体管进行测量。万用表上的晶体管插孔，左半边供测量NPN型管用，右半边供测量PNP型管用。

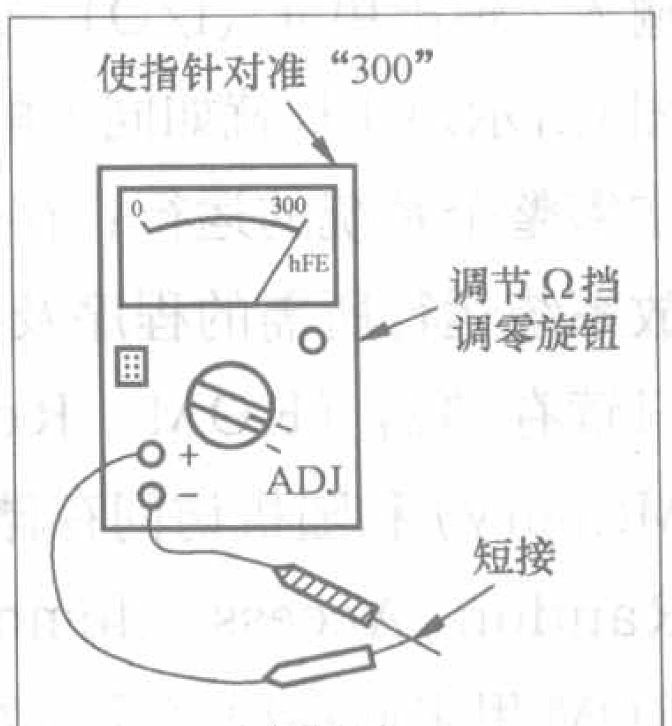


图17

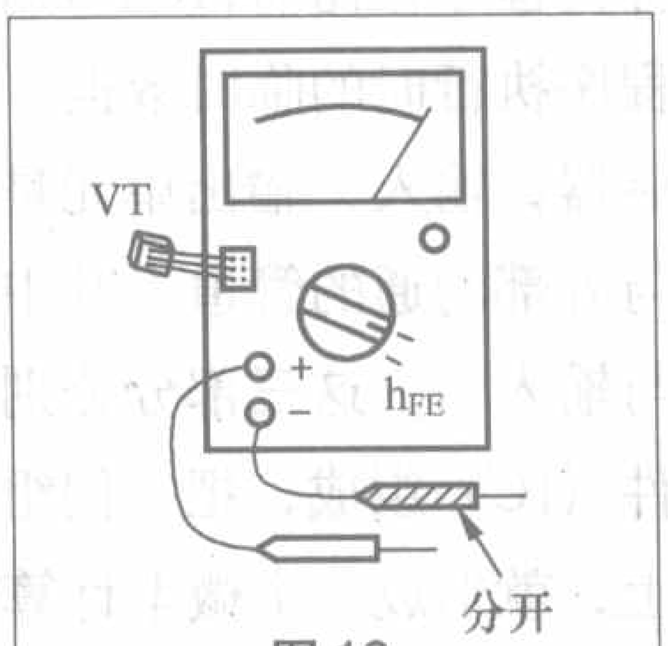


图18

（2）数字万用表测量晶体三极管直流放大倍数时，不用接表笔，转动测量选择开关至“h_{FE}”挡，如图19所示，将被测晶体管插入晶体管插孔，LCD显示屏即显示出被测晶体管的直流放大倍数。

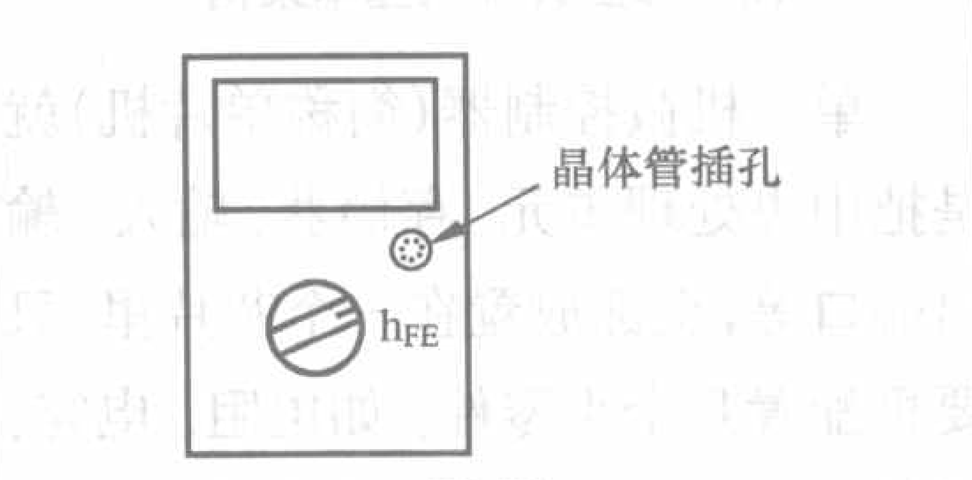


图19

编者按：下面这篇文章节选自《例说8051》一书，该书通过40多个实例和大量生动直观的说明图片向读者介绍了应用最为广泛的单片机8051的各种功能。该书在写法上非常独特，适合单片机初学者入门学习单片机知识，也适合初步掌握单片机技术的爱好者进一步提高单片机应用水平而阅读。

轻松认识8051（上）

文/张义和　陈敌北

通常，微电脑系统包括中央处理单元（CPU）、存储器（Memory）及输入/输出单元（I/O）三大部分，如图1所示。CPU就如同人的大脑一样，主宰整个系统的运行；存储器则是存放系统运行所需的程序及数据，包括只读存储器（ROM，Read Only Memory）和随机访问存储器（RAM，Randon Access Memory），通常ROM用来储存程序或永久性的数据，称为程序存储器，RAM则是用来储存程序执行时的临时数据，称为数据存储器；输入/输出单元是微型计算机与外部沟通的管道，其中包括输出口与输入口。这三部分分别由不同的零件（IC）组成，把它们组装在电路板上，就形成一个微型计算机。

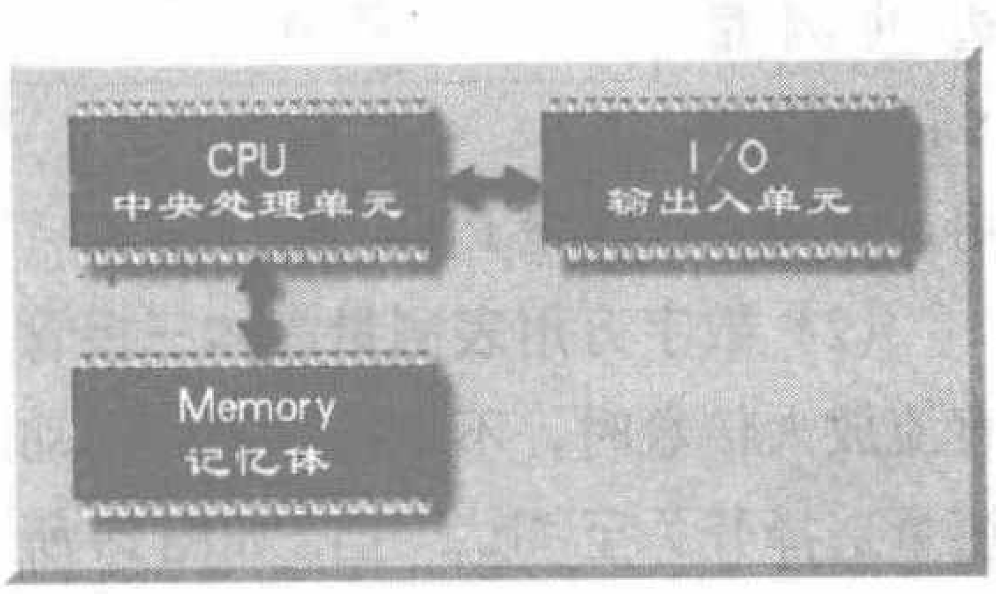


图1 微型计算机基本架构

单片机微控制器（简称单片机）就是把中央处理单元、存储器、输入/输出端口等，全部放置在一个芯片里，只要再配置几个小零件，如电阻、电容、石英晶体、连接器等，即可形成完整的微型计算机，如图2所示。因此整个系统体积小、成本低、可靠度高，成为目前微型计算机控制系统的主流。

由于微控制器的主要功能是控制，

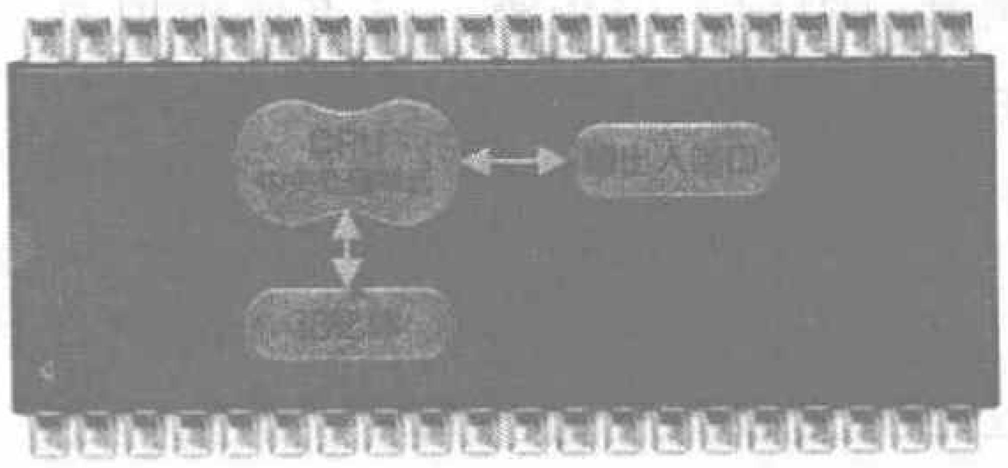


图2 单片机微控制器架构

因此，在单片机中，我们往往并不太在乎其存储器的大小和位数，主要强调其输入/输出功能。

我们常常提到“8051单片机”（以下称8051），源自Intel公司的MCS-51系列，而目前广泛采用的8051并不限于Intel公司的产品，它包括以其他厂商所推出的兼容芯片，如Amtel公司的89C51，其价格便宜，质量稳定，开发工具齐全，广为学校或培训机构所欢迎。

虽然8051的结构简单，但初次接触微控制器或单片机，一下子要熟识整个8051的硬件结构，是有一定困难的。在此我们只介绍8051的基本架构，包括基本结构、引脚、基本电路及51系列等，其中很多资料最好“记”在脑中。

8051的结构

8051单片机发展至今，虽然有许多厂商各自开发不同的兼容芯片，其基本结构却没有多大变动，如下所示为标准的8051结构：

* 8051为8位微控制器。

* 程序存储器ROM：内部有4KB、外部最多可扩充至64 KB。

* 数据存储器RAM：内部有128 B、外部最多可扩充至64 KB。

* 4组可位寻址的8位输入/输出端口，即P0、P1、P2及P3。

* 1个全双工串行口，即UART。

* 5个中断源，即INT0、INT1、T0、T1、RXD或TXD。

* 111个指令码。

上述结构里，最好能把前4条“记忆”下来。其中：

8位指的是微控制器内部数据总线、寄存器的宽度。相对于计算机（PC）所用的CPU：第一代PC的CPU 8088/8086到第二代PC的CPU 80286都为16位CPU；而从80386到目前的Pentium 4都属于32位的CPU。尽管如此，目前所采用的单片机微控制器，仍是以8位为主，只有在特殊场合，才会采用16位的单片机，如8096等。

通常存储器的操作以字节（byte）为单位，「可位寻址」是存取存储器、寄存器或输入/输出端口时，可指定其中的一个位，例如要指定P0输入/输出口中的bit 1，则指定为P0.1即可，如图3所示。

8051的封装方式与引脚

8051的零件封装方式有三种，分

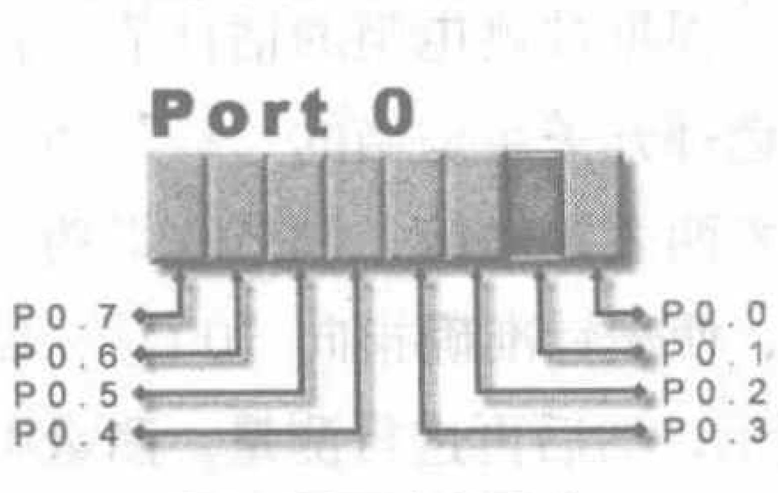


图3 位寻址表示法

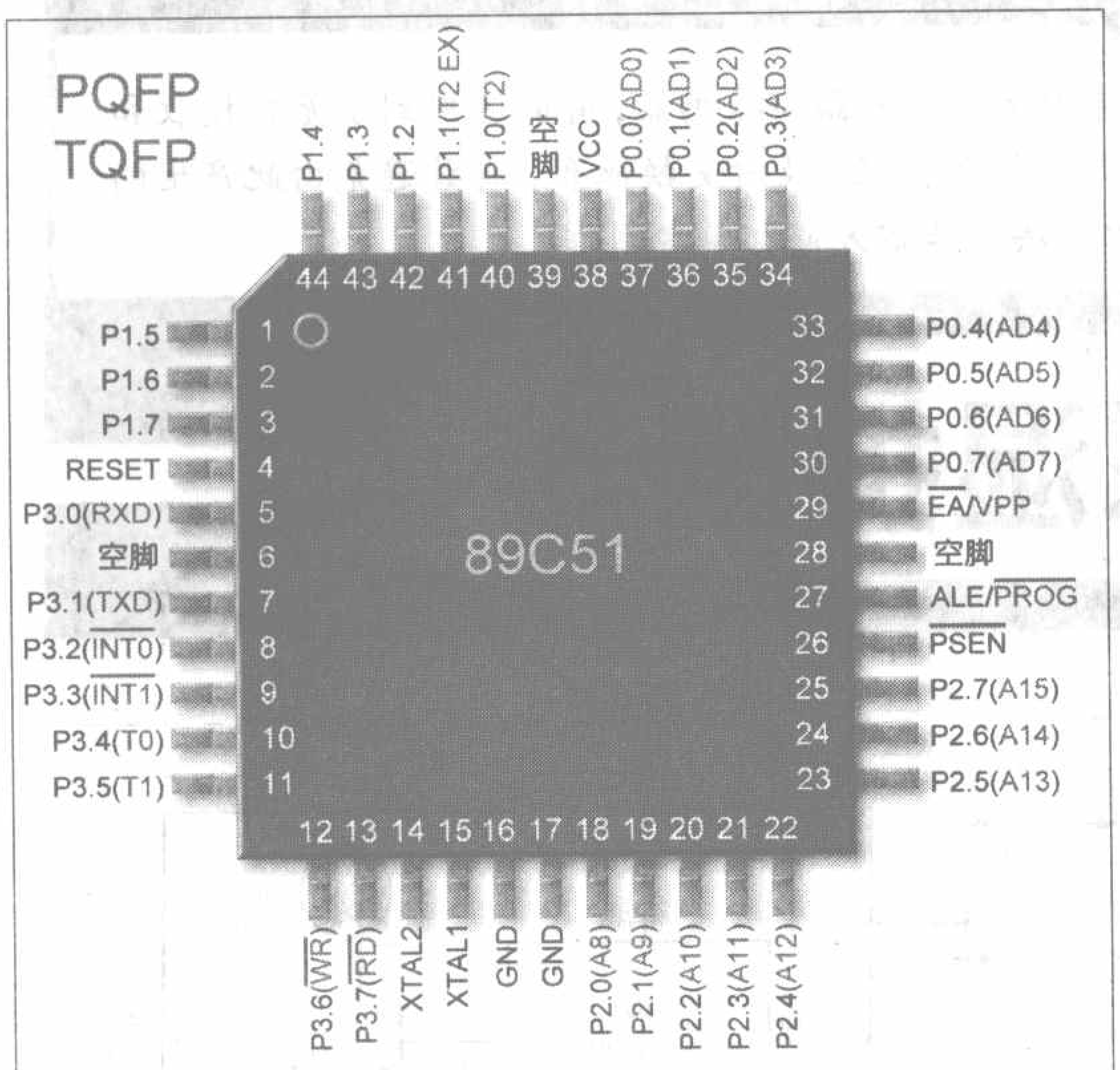


图4 PQFP或TQFP封装

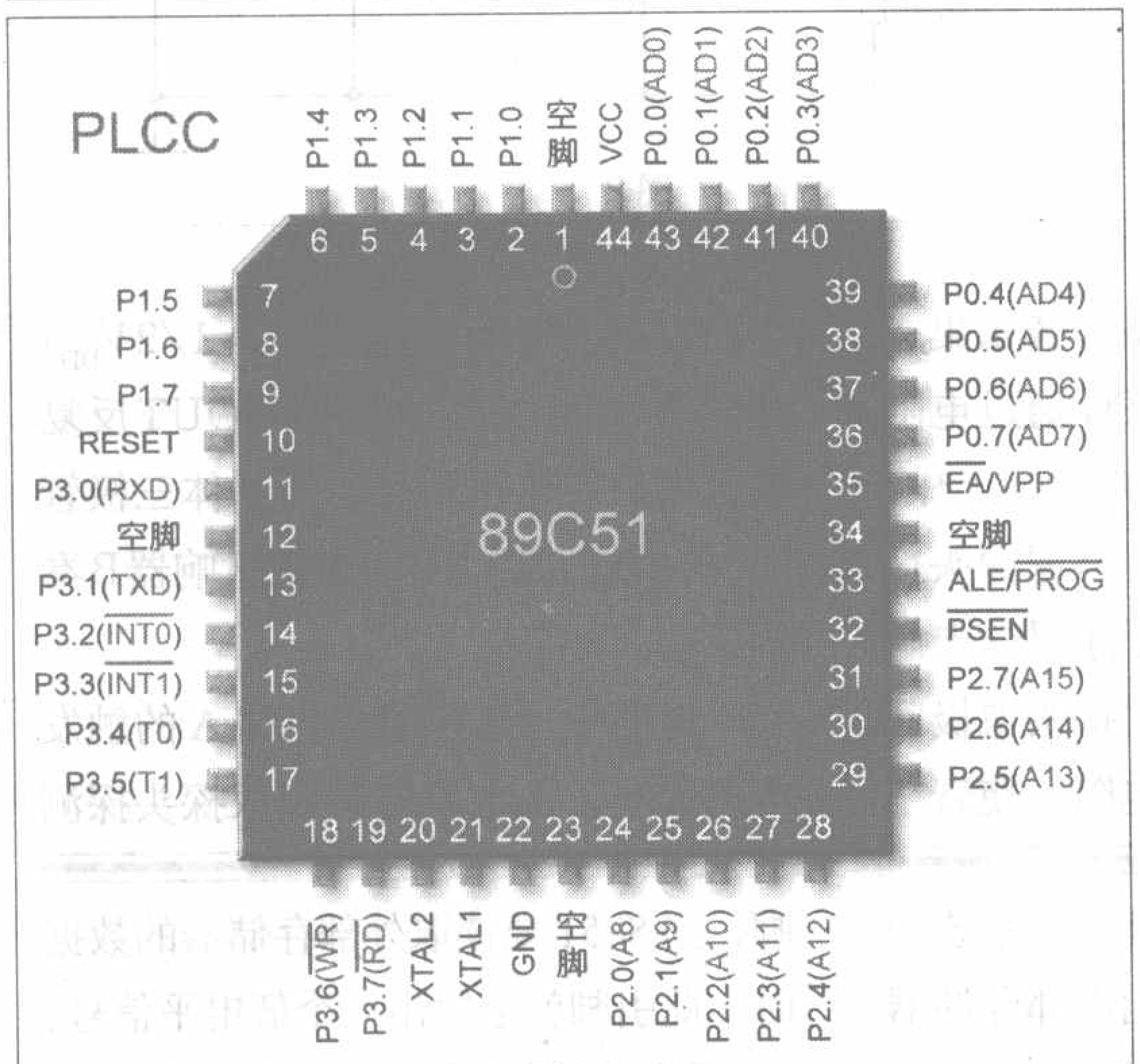


图5 PLCC封装

别说明如下：

● **QFP封装**

8051的PQFP或TQFP均为扁平的44个引脚贴片式封装，这种封装体积小、成本低，适合于机器粘贴，为目前商品的主流，但在学校或培训机构中，却是行不通的。如图4所示，在俯视图中，左上方有记号者为第1脚，然后逆时针排序，分别为2、3……44脚，其中包括4个空引脚，相邻两个引脚的间距为0.8mm。

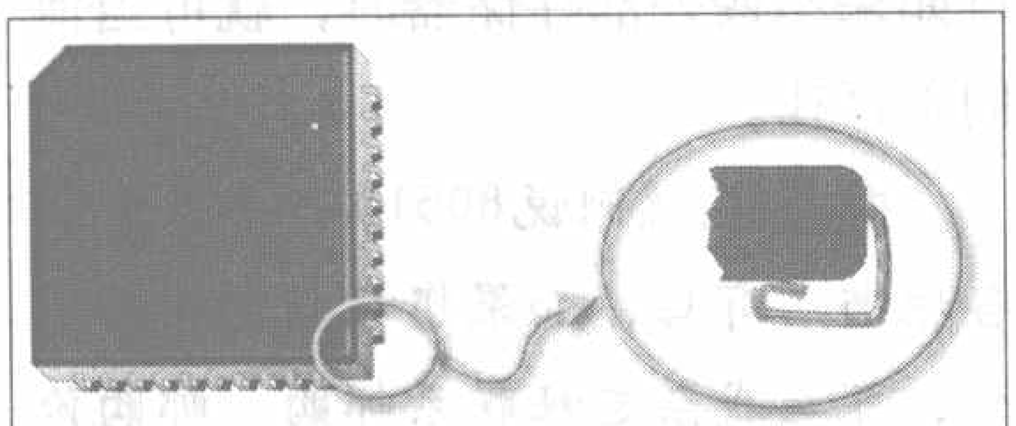


图6 PLCC引脚

● **PLCC封装**

PLCC是8051常用的封装方式，也是44个贴片式引脚（SMT）的封装，其中包括4个空引脚，其引脚编号与QFP封装非常类似（相容），如图5所示，在俯视图中，上面中间有记号者为第1引脚，然后逆时针排序，分别为2、3……44脚，相邻两只脚的间距为0.05英寸（即50mil）。

这是一种贴片式的零件，可直接贴在电路板上，而不必钻孔（其引脚如图6所示）。在研发、实验或教学时，还可利用插座，可以缩短开发与生产的差距。

● **针脚式封装**

8051的针脚式封装是40个引脚双并排的封装，简称DIP40。由于现在都采用较便宜的塑料封装，所以又叫做PDIP。如图7所示，在DIP封装里，俯视图左上方有记号者为第1脚，然后逆时针排序，分别为2、3……40脚。相邻两只脚的间距为0.1英寸（即100mil），而两排引脚之间距为0.6英寸（即600mil），刚好可插在面包板或40脚的插座上，特别适用于学校、培训机构。不过，由于针脚式封装体积较大、电路板制作成本较高，已很少用在商品里。

在此，笔者强烈建议先把8051的引脚“背”下来，而要背40只引脚有点伤脑筋，所以笔者提供独门的技巧，让大家轻松记住这40只引脚，具体如下：

1. 电源引脚

绝大多数IC都需要接电源，而8051的电源引脚与大部分数字IC的电源引脚类似，右上角接V_{CC}、左下角接GND。所以8051的40脚为V_{CC}引脚，连接5V ± 10%；20脚为GND引脚，必须接地。

2. 输入/输出口

有了电源之后，再来看看8051的主角，也就是输入/输出口。紧接于刚才所介绍的V_{CC}引脚下面，也就是第39脚，为Port 0的开始引脚，即第39～32脚等8只引脚为Port 0；Port 0的对面就是Port 1，也就是第1脚到第8脚。Port 1从第1脚开始，所以Port 2从其斜对角第21脚开始，也就是在右下方，第21脚到第28脚就是Port 2。同样地，Port 2的对面就是Port 3，第10脚到第17脚就是Port 3。39、1、21、10就是这4个Port的开始引脚。

3. 复位引脚

绝大多数微控制器都需要复位（Reset）的操作。对于8051而言，只要复位引脚接高电平超过2个机器周

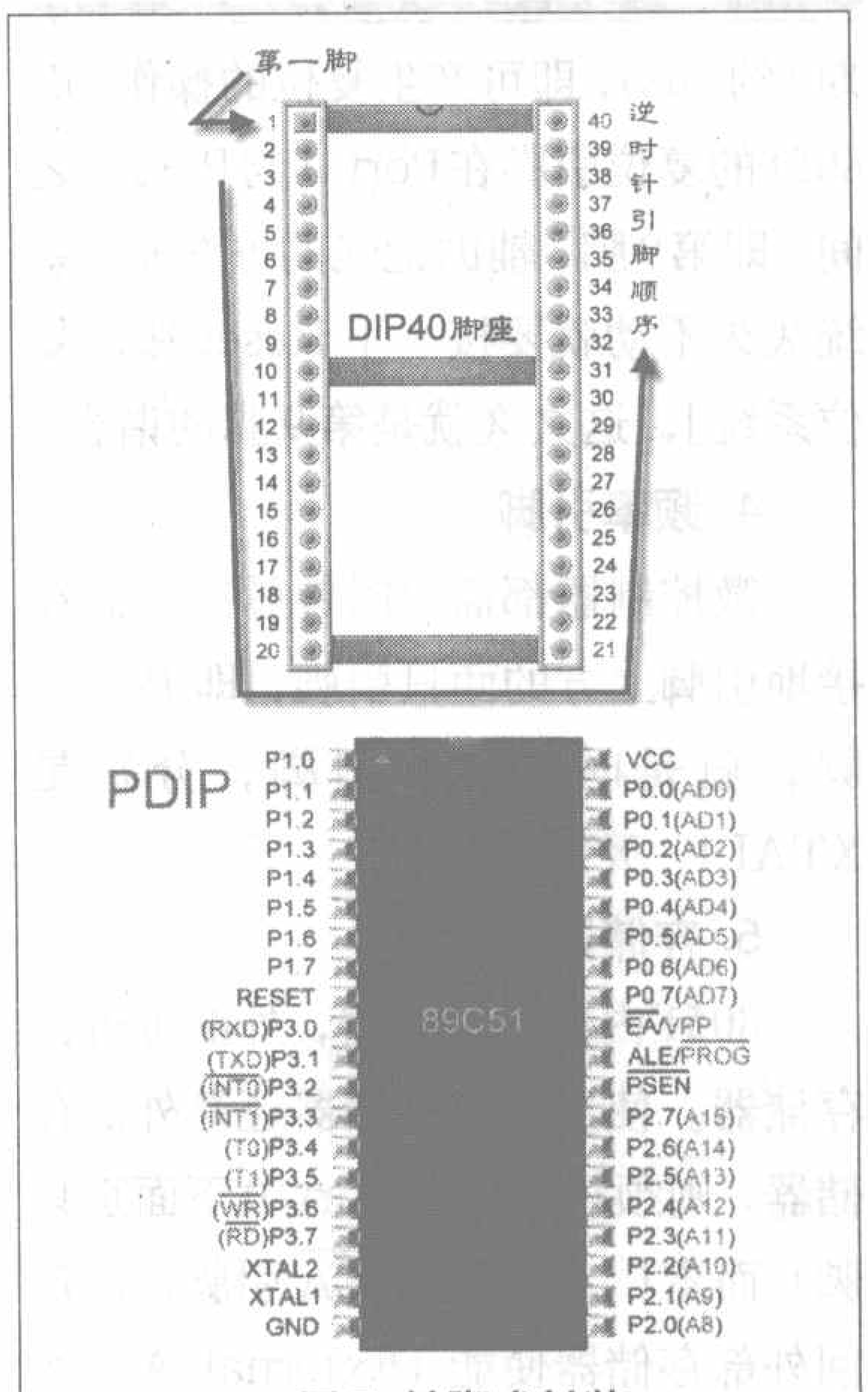


图7 针脚式封装

学·做·用

编者按： 目前市场上有不少关于婴儿尿湿提醒器的产品，有的使用湿度传感器和蜂鸣器，有的还用到了无线接收和发送技术，不管采用什么设计方法，目的都是让人们能尽快知道婴儿的排尿情况，及时更换尿布，有效避免由此产生的各种婴儿不适。本文将介绍一种极为简单的婴儿尿湿提醒器的制作方法，非常方便初学者制作。

低成本婴儿尿湿提醒器

文 / 张晓东

本文介绍的婴儿尿湿提醒器主要由尿探头和音乐盒两部分构成，其外形如图1所示，它具有灵敏度高、造价低（成本不足4元）、使用效果好等特点。当婴儿排尿后，它能够反复奏响《世上只有妈妈好》乐曲，提醒大人及时更换尿布。

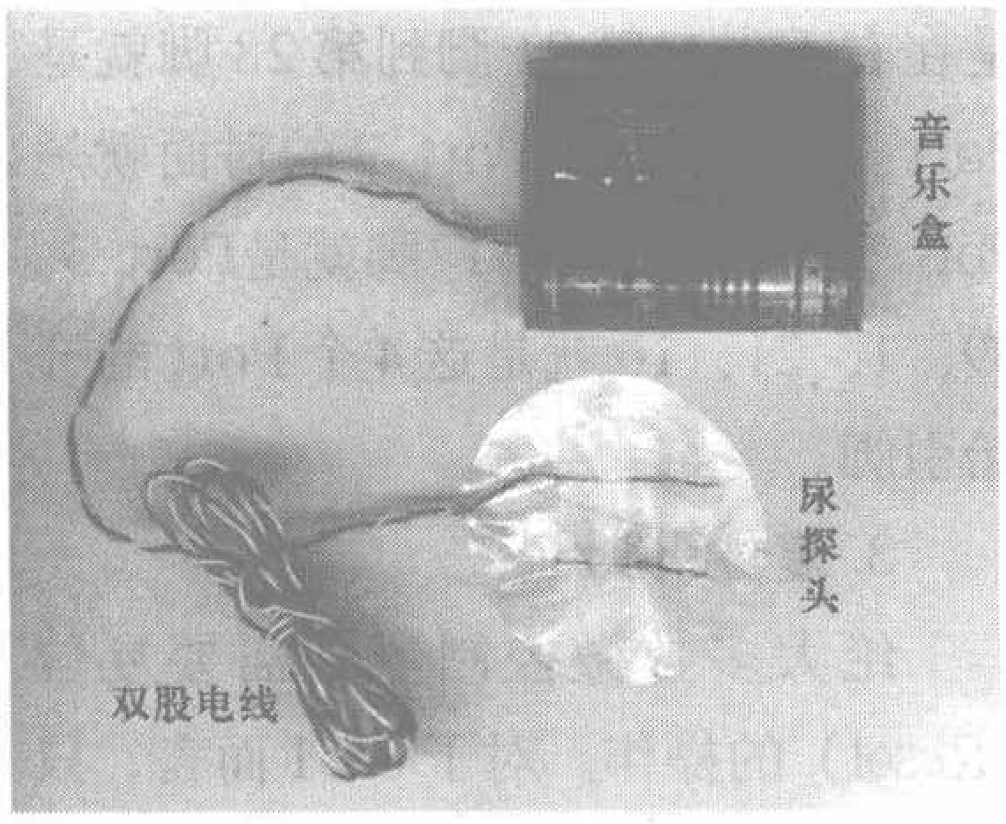


图1

一、工作原理

婴儿尿湿提醒器的电路如图2所示，它主要采用了音乐集成电路A和微型电磁讯响器B。VT是音频功率放大晶体三极管。

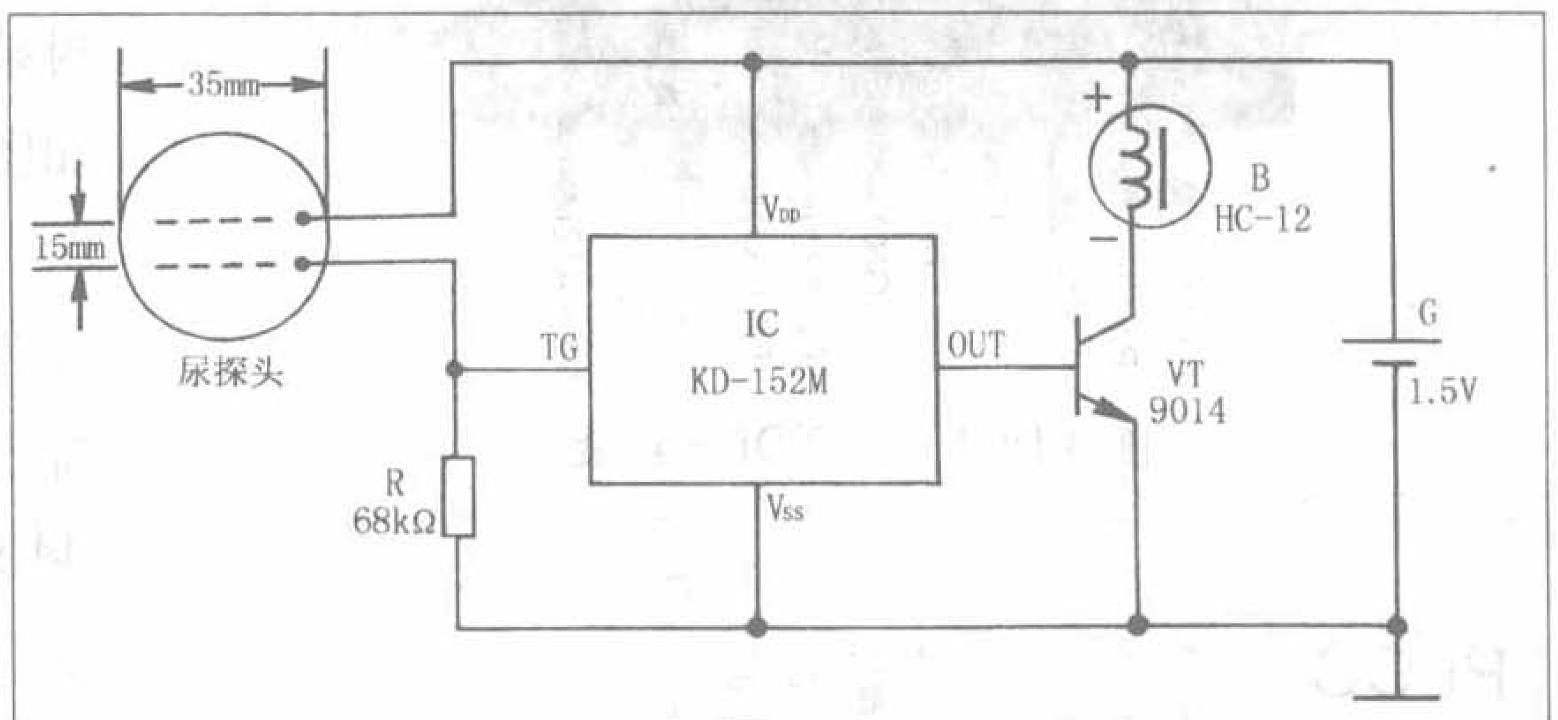


图2

在婴儿未排尿时，尿探头两电极间开路，音乐集成电路A的高电平触发端TG通过电阻器R接电源负极，IC内部电路不工作，电磁讯响器B无音响。一旦尿探头捡拾到婴儿的尿液时，由于尿里含电解质能够导电，就相当于在探头电极间接入了一个几千欧姆的电阻，使音乐集成电路A获得高电平（≥1/2V_{DD}）触发信号而工作，其输出端OUT反复输出内储音乐电信号，经晶体三极管VT功率放大后，驱动电磁讯响器B奏响乐曲。

电路中，音乐集成电路A的触发电压大小，由电阻器R和尿探头探测

期（约2μs），即可产生复位的操作。而8051的复位引脚在Port 1与Port 3之间，即第9脚，辅助记忆的方法是「系统久久不动就要按一下Reset钮以复位系统」，这久久就是第9脚的谐音。

4. 频率引脚

微控制器都需要时钟脉冲，而在接地引脚上方的两只引脚，即19、18脚，就是时钟脉冲引脚，分别是XTAL1、XTAL2。

5. 存储器引脚

8051内部有存储器，外部也可接存储器。使用内部存储器还是外部存储器，则须视31脚（Port 0下面那只脚）而定！31脚就是$\overline{EA}$引脚，即访问外部存储器使能（External Access Enable）引脚。当$\overline{EA}$=1时，系统使用内部存储器；当$\overline{EA}$=0时，系统使用外部存储器。若使用无内部存储器的8031/8032，则31脚接GND。

6. 外部存储器控制引脚

现在只剩下$\overline{EA}$引脚下面的两个引脚了，这两只引脚与$\overline{EA}$引脚有点类似，都是控制存储器的，说明如下：

（1）30脚为地址锁存允许信号ALE（Address Latch Enable），其功能是在访问外部存储器时，送出一个将原本在Port 0中的地址（A0～A7）锁在外部锁存器IC（如74373）的信号，让Port 0空出来，以传输数据。

（2）29脚为程序存储器允许输出端PSEN（Program Storess ENable），其功能也是访问外部存储器。通常此引脚连接到外部存储器（ROM）的OE引脚，当8051要读取外部存储器的数据时，此引脚就会输出一个低电平信号。

（3）相对于前面的38个引脚，29、30脚比较难以理解，所幸，只要不动用到外部存储器，就可当它们不存在！

8051的40个引脚里，有很多是多任务引脚，简单讲就是多用途的引脚，以39～32脚为例，平时为Port 0；若是连接外部存储器时，则当成AD0～AD7引脚，而AD0～AD7就是地址引脚与数据引脚混合的多任务引脚，不过如果不接外部存储器时，就可当他们不存在。

编者注：《例说8051》一书在全国各地书店有售，如果您在当地购买不到，可与我杂志社联系邮购，邮购价及地址见本期第41页。

到的尿电阻对电池G的分压来确定，通过改变R的阻值可以调节报尿的灵敏度。

二、元器件选择

IC选用KD−152M型（内储《世上只有妈妈好》乐曲）音乐集成电路芯片，它采用黑胶封装形式制作在一块尺寸仅为24mm × 12mm的小印制电路板上，并留有外接功率放大三极管的焊接脚孔，使用很方便。KD−152M的主要参数：工作电压范围1.3V～5V，触发电流≤40μA；当工作电压为1.5V时，实测输出电流≥2mA、静态总电流＜0.5μA；工作温度范围−10℃～60℃。KD−152M也可用外形和引脚排列完全一样但内储乐曲不同的KD−9300或HFC1500系列音乐集成电路芯片来直接代换。

B用HC−12型微型电磁讯响器，其实物外形见图3（a）所示，外形尺寸及引脚排布见图3（b）所示，它的最大特点是：发声效率高、体积（φ12mm × 8.6mm）小巧。HC−12型电磁讯响器的主要参数：直流阻抗16Ω，用声级计在距离器件10cm处测得声压电平≥82dB，重量2g。HC−12也可用同类产品——YX型微型直流电磁讯响器来直接代换。

VT用9014（集电极最大允许电流I_{CM}=100mA，集电极最大允许功耗P_{CM}=310mW）或3DG8型硅NPN小

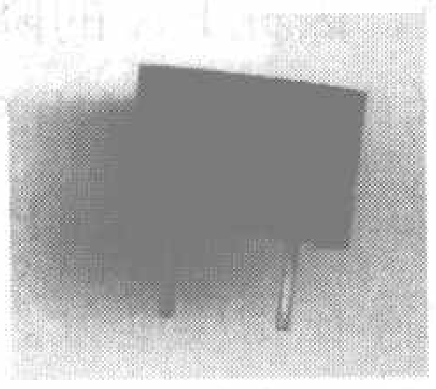


图3(a)

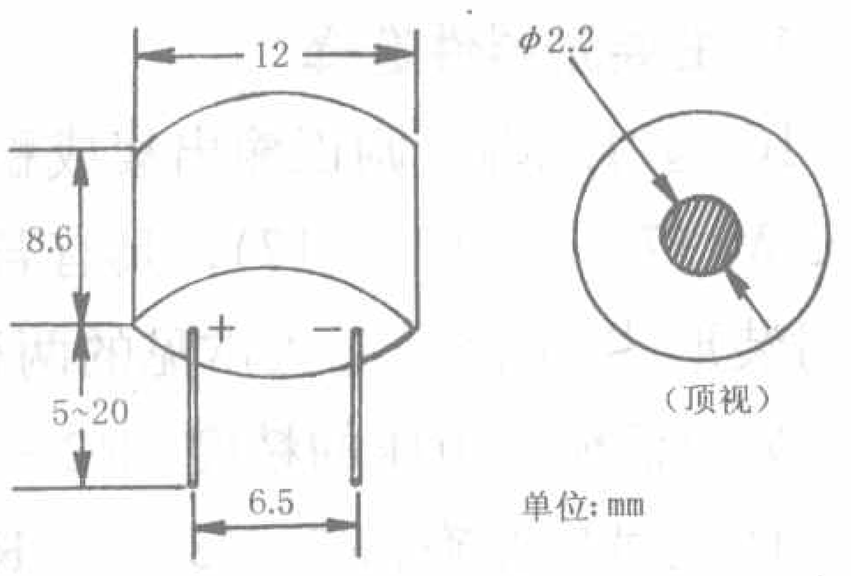


图3(b)

功率三极管，要求电流放大系数β＞100。R用RTX−1/8W型碳膜电阻器。G用1节5号干电池。因电路静态耗电小于0.5μA，故无须要电源开关。

三、制作与使用

图4所示为该婴儿尿湿提醒器的印制电路板接线图（注意：铜箔面朝向杂志），印制电路板可用刀刻法制作，实际尺寸仅为50mm × 38mm。

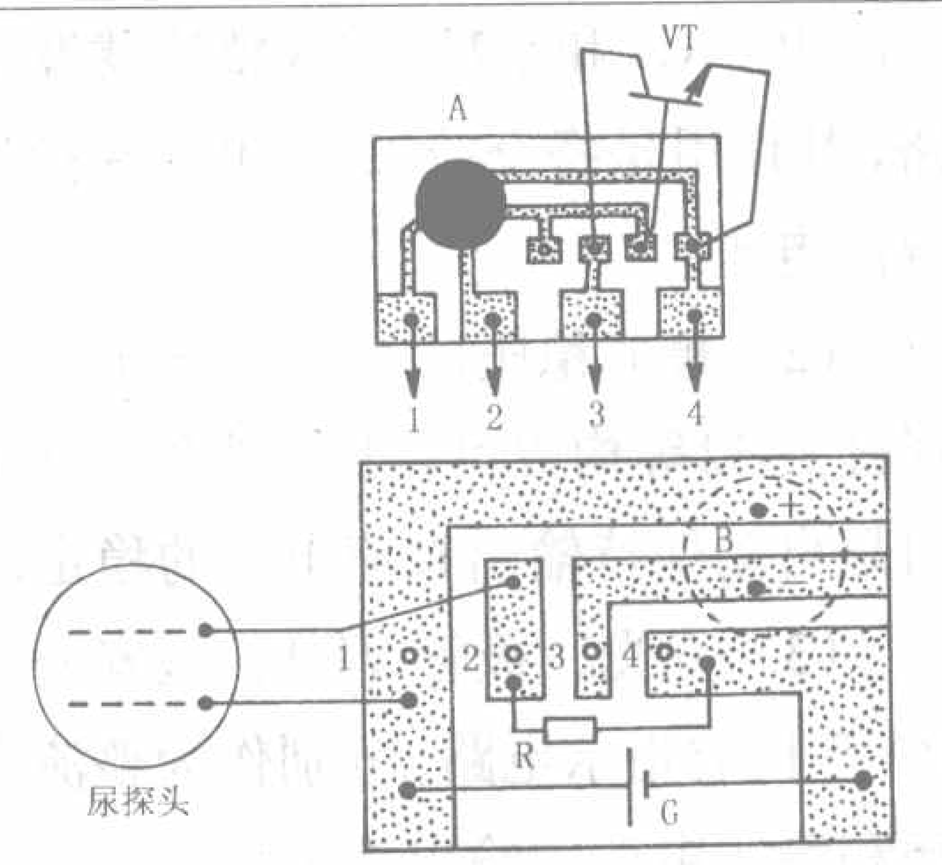


图4

晶体三极管VT可直接插焊在音乐集成电路芯片上。该芯片通过四根长约7mm的元件剪脚线插焊在电路板上对应的数标孔内。焊接时注意：电烙铁外壳一定要良好接大地，以免交流感应电压击穿A内部CMOS电路！电池夹可用尺寸约为18mm × 8mm的长方形磷铜片2片，弯制成“L”形状，并直接焊接在电路板上。为了接触良好并固定电池，与电池正、负极相接触的磷铜片部位，应事先加工成凹形状和凸形状。具体做法如图5所示：将两磷铜片平放在木垫板上，通过用锤子击打放在磷铜片上面的粗铁钉（钉尖应打磨成圆凸状），并一正一反弯制成“L”形状，即成为带有凹状和凸状的正、负极片。

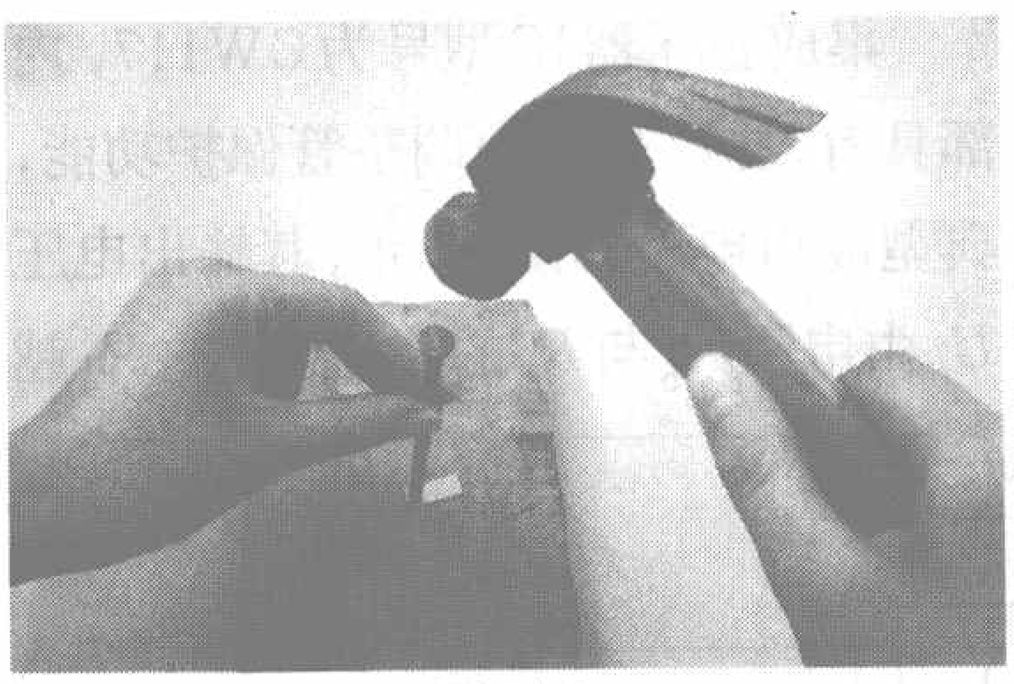


图5(a)

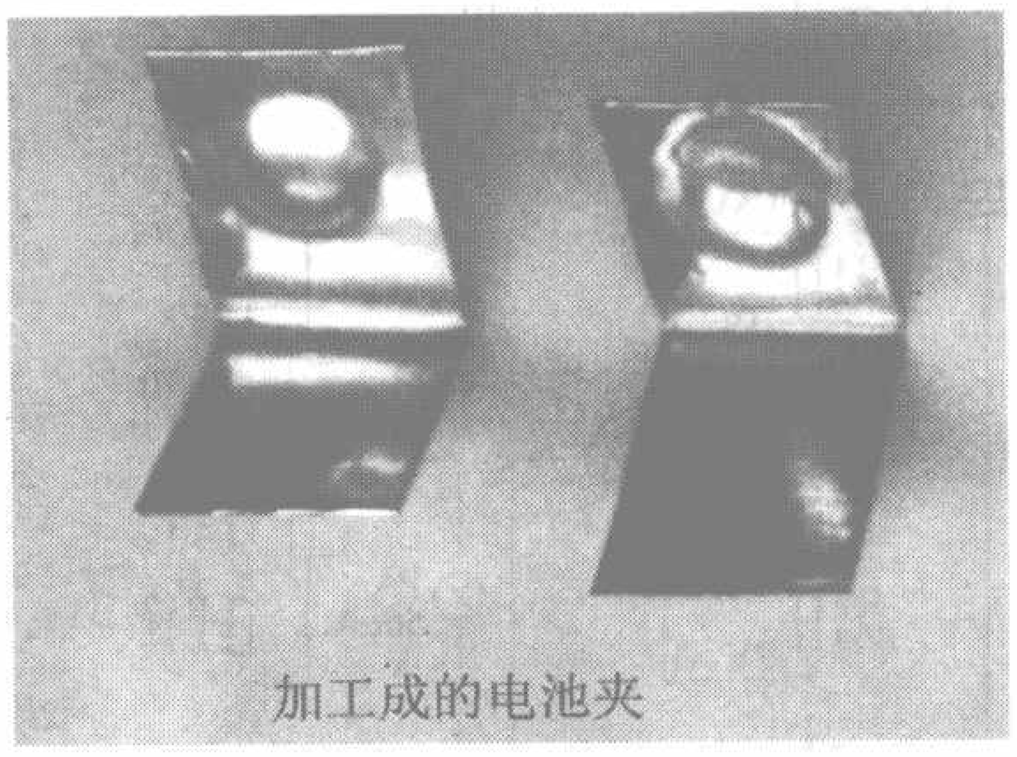


图5(b)

婴儿尿湿提醒器的组装如图6所示。将焊接好的电路板装入尺寸约为55mm × 43mm × 20mm的市售普通塑料戒指盒（或其他塑料小盒中），盒面板用φ1.5mm钻头打出7个小孔——呈梅花状，作为电磁讯响器B的释音孔，盒侧面开2个小孔，引出尿探头。尿探头按图2提供的尺寸自制：取一φ35mm左右的稍厚塑料圆片，另取0.8m长的多股铜芯塑皮细导线两根，绞合成引线，将一端剥去30mm长的塑皮后，平行（间距≤15mm）穿入塑料圆片固定牢（裸线根部可用胶带纸粘固），另一端接音乐盒电路即成。

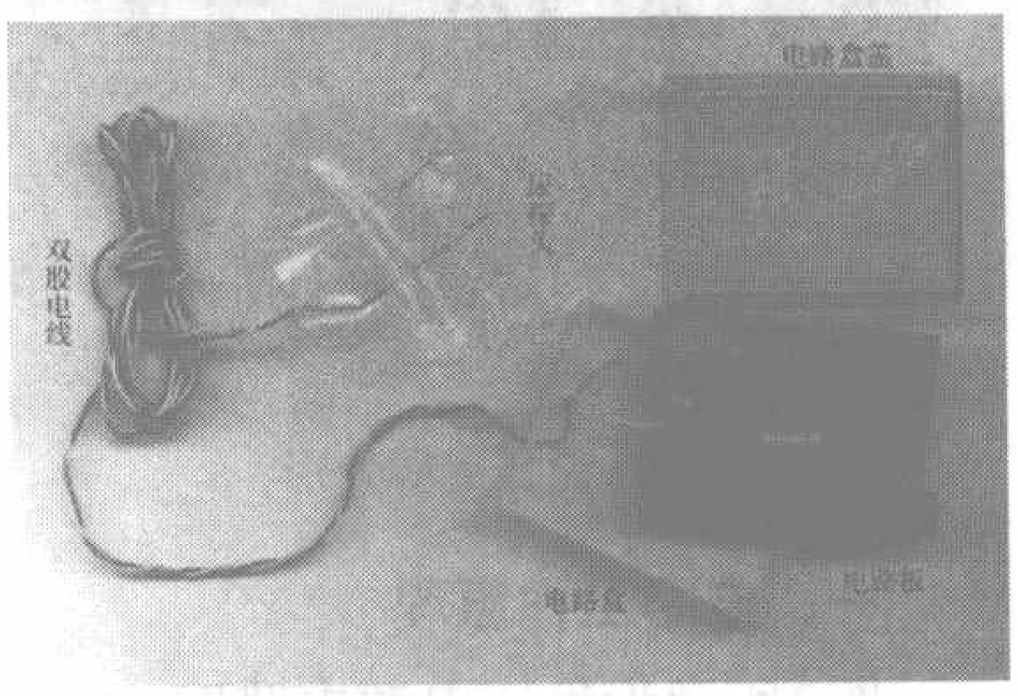


图6

装配好的婴儿尿湿提醒器，电路一般不用任何调试即可正常工作。如嫌探尿灵敏度太高，可通过适当减小电阻器R的阻值来加以调节；反之，如嫌探尿灵敏度太低，可通过适当增大电阻器R的阻值来加以调整。

使用时，应将尿探头夹入双层干燥尿布中间最易感受到婴儿尿液的地方。报尿后，用干布吸去探头上的尿液，则音乐盒最多只演奏一遍乐曲即自动停止发声。

小 制 作 点 点 通

怎样制作稳压电源

文/莫 恩

稳压电源是一种最常用的电子设备，也是无线电爱好者制作最多的课题之一。本文通过一款小型直流稳压电源的制作，介绍电子小制作的具体方法和技巧。

该稳压电源额定输出电压分为1.5V、3V、4.5V、6V和9V共5挡，最大输出电流为1A，具有过热、过流和输出端短路保护功能，外形如图1所示。由于采用了集成稳压器，因此具有性能优良、工作可靠、电路简洁和制作调试方便的特点，适合广大爱好者自制。

图1 稳压电源外形

一、电路工作原理

图2所示为稳压电源电路图，由三部分电路组成。图3为其方框图。

（1）电源变压器T、整流全桥UR、滤波电容C1和C2等构成整流滤波电路，其作用是将交流220V市电变换为直流电压。

（2）集成稳压器IC、输出电压选择开关S2等构成可调稳压电路，其作用是自动保持输出直流电压的稳定。

（3）发光二极管VD1、微安表头PA等构成指示电路，分别作为整流电源和稳压电源的输出指示。

1.电路工作过程

交流220V市电经电源变压器T降压、整流全桥UR整流、电容C1和C2滤波后，得到约16V的直流电压，再经由集成稳压器IC稳压调整后，输出稳定的直流电压。当输入电压或负载电流在一定范围内变化时，输出的直流电压稳定不变。

2.稳压与保护电路原理

集成稳压器IC型号为CW117，内部具有过流、过热和调整管保护功能，典型应用电路如图4所示，其输出电压U_o由电阻R_b与R_a的比值决定，R_b越大U_o越高，$U_o=1.25\ (1+R_b/R_a)$。

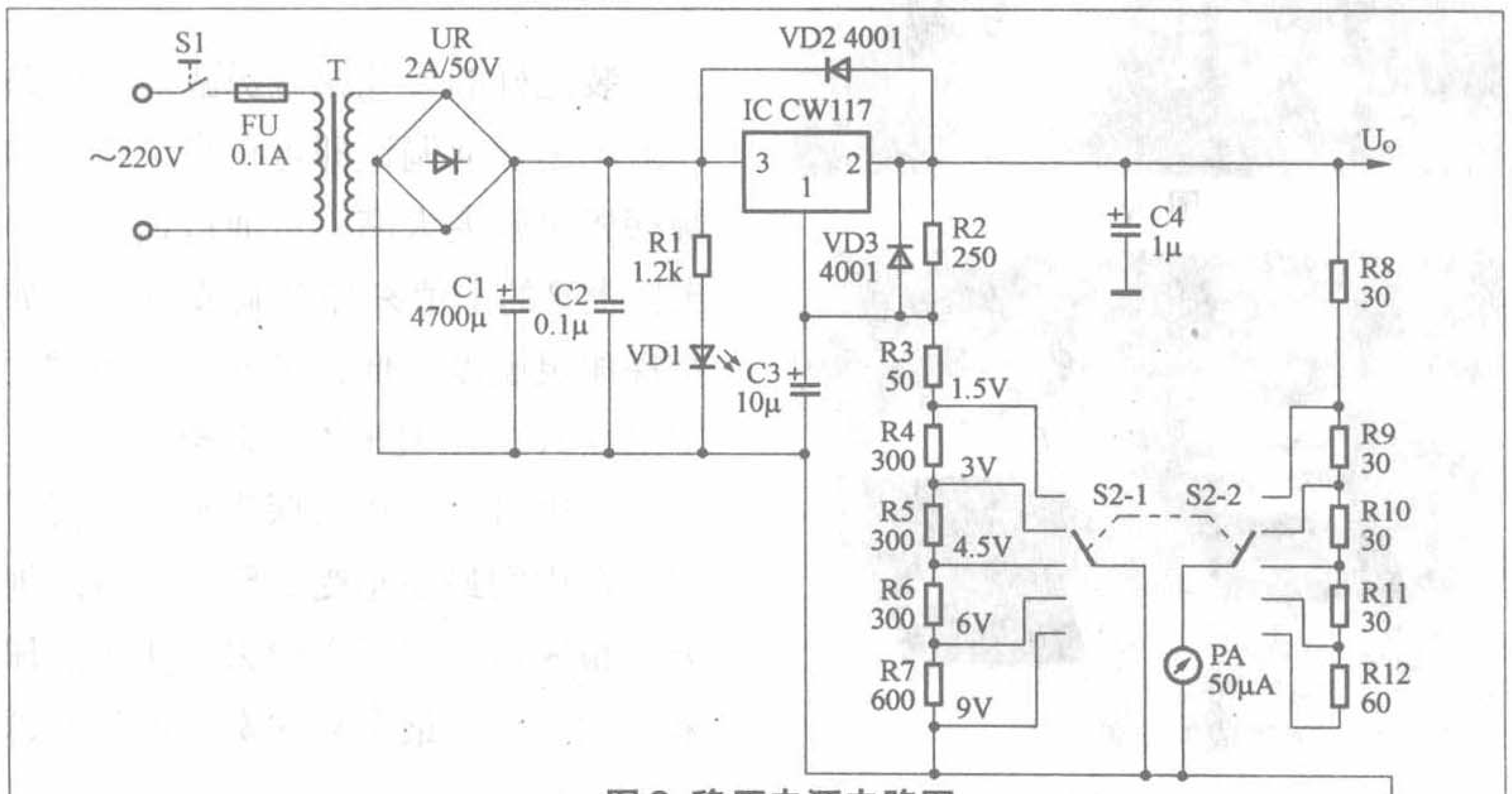


图2 稳压电源电路图

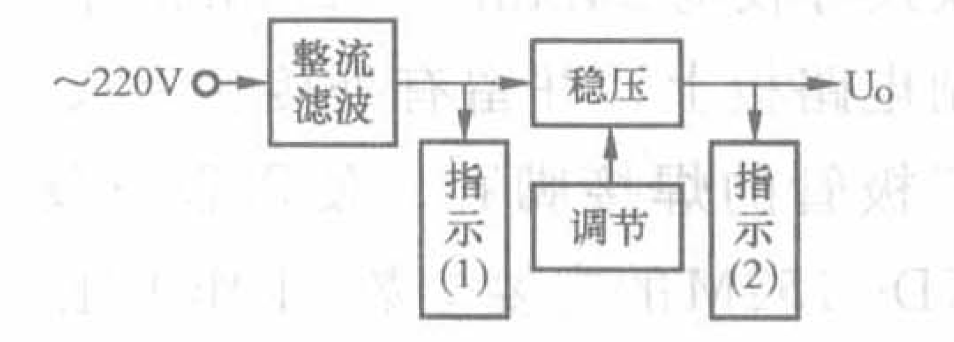


图3 电路方框图

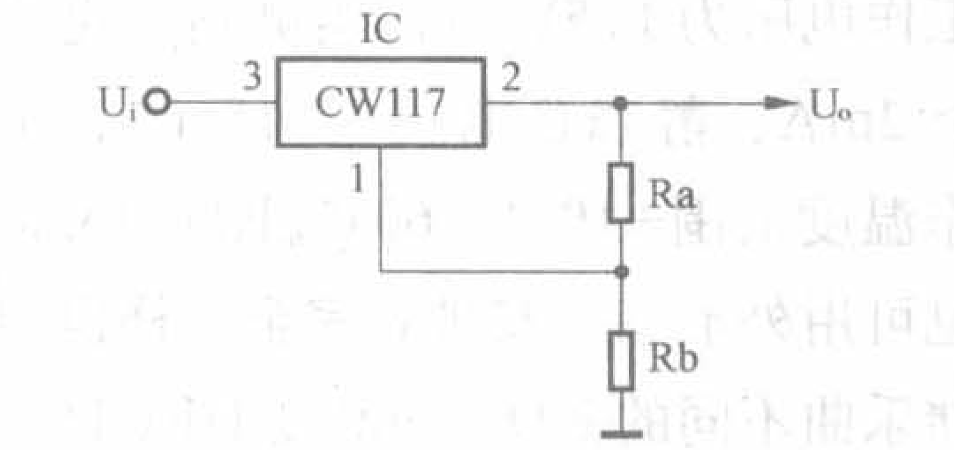


图4 CW117的典型应用电路

为了实现输出电压分挡调节，R_b由R3～R7的电阻串联构成，并由S2–1予以选择，如图2电路图所示。C3的作用是提高纹波抑制比，C4的作用是消除振荡以确保电路工作稳定。

VD2、VD3为保护二极管。VD2可防止C4放电而损坏集成稳压器，VD3可防止C3放电而损坏集成稳压器。

3.指示电路的作用

发光二极管VD1为整流全桥输出指示。微安表头PA为集成稳压器输出指示，由于集成稳压器的输出电压有不同的5挡，因此PA的降压电阻为R8～R12的电阻串，并由S2–2予以同步选择。如果VD1亮而PA无指示，则可判断故障在稳压部分。

二、元器件选择与自制

1. 主要元器件选择

IC选用三端可调正输出集成稳压器CW117（或217、317），具有若干种封装形式，图5所示为常见的两种。

为保证输出电压的精度，R2～R7的阻值应尽量准确。R2、R3、R7、R12等非标电阻，可从阻值临近的标称电

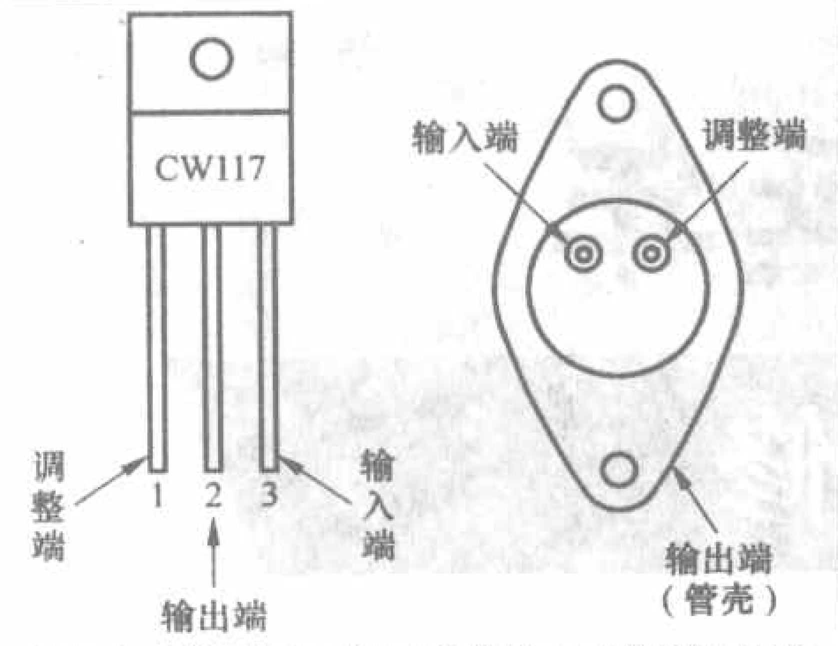


图5 CW117的两种常见封装形式

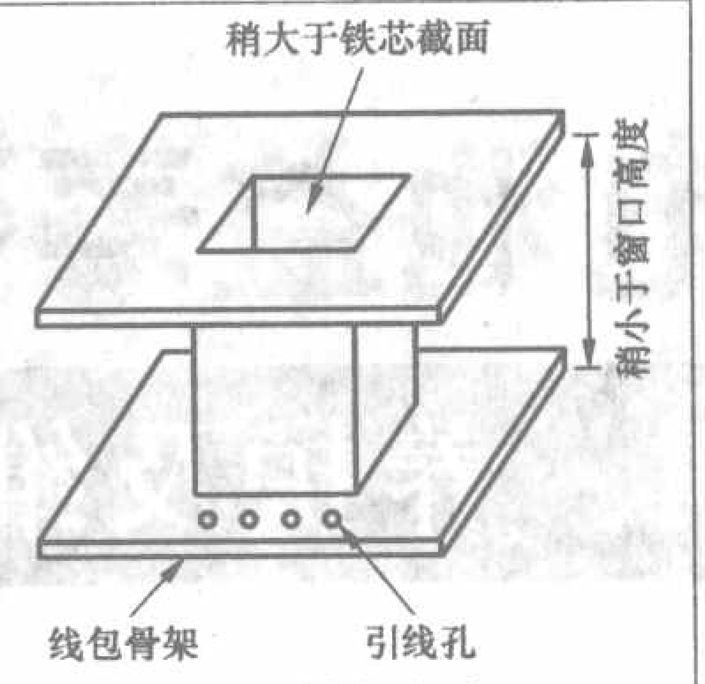


图7 线包框架

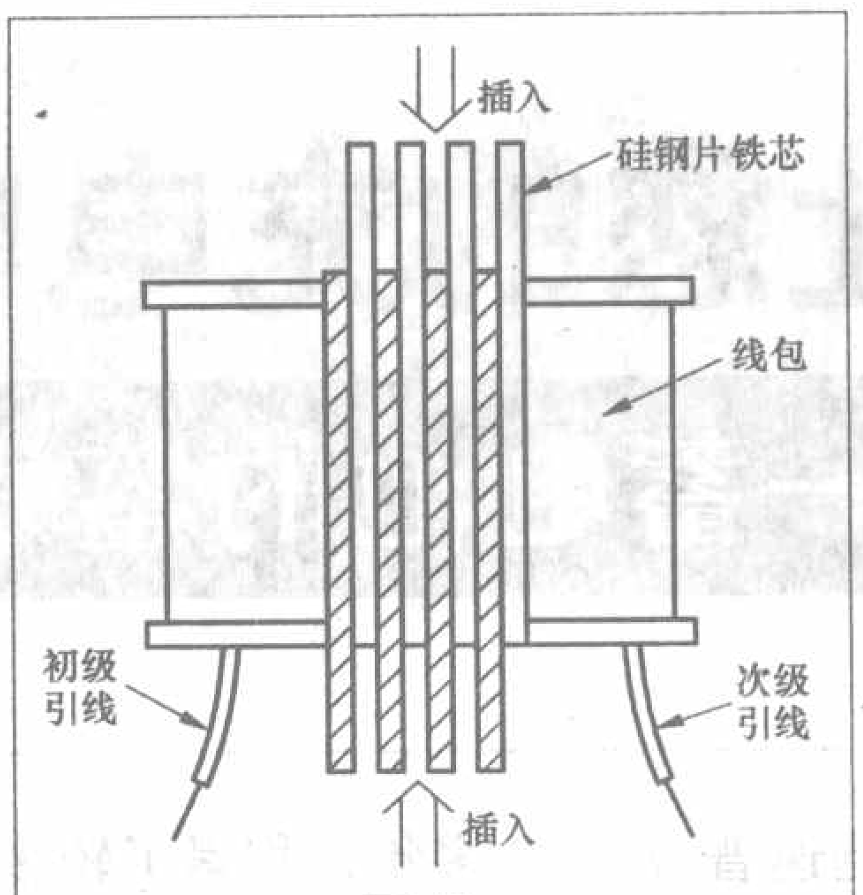


图10

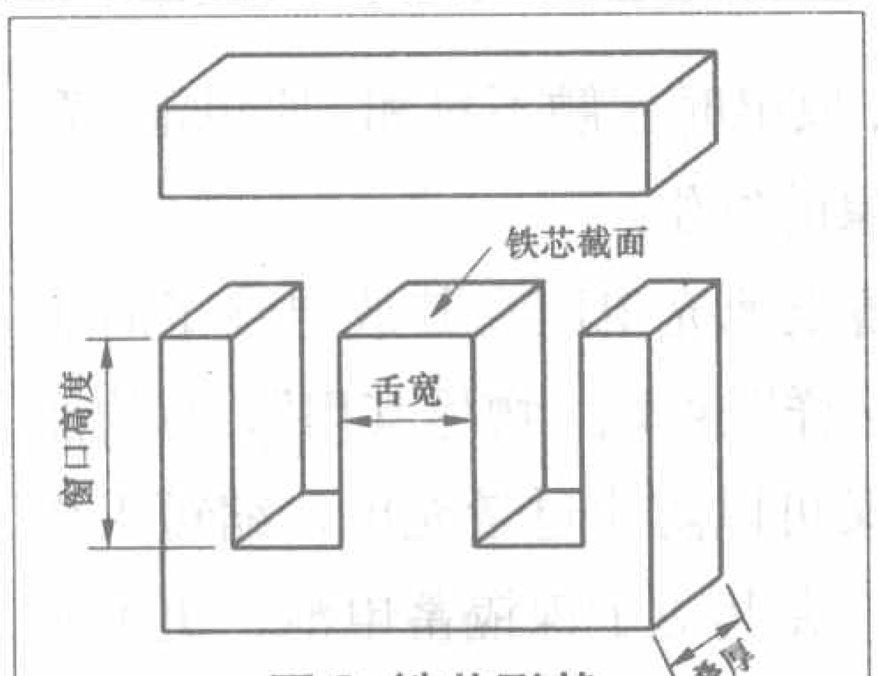


图6 铁芯形状

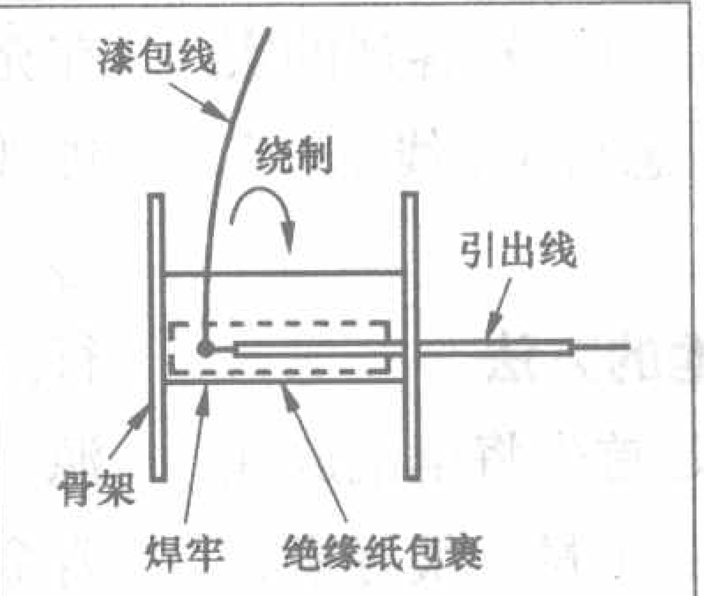


图8 初级绕组绕法

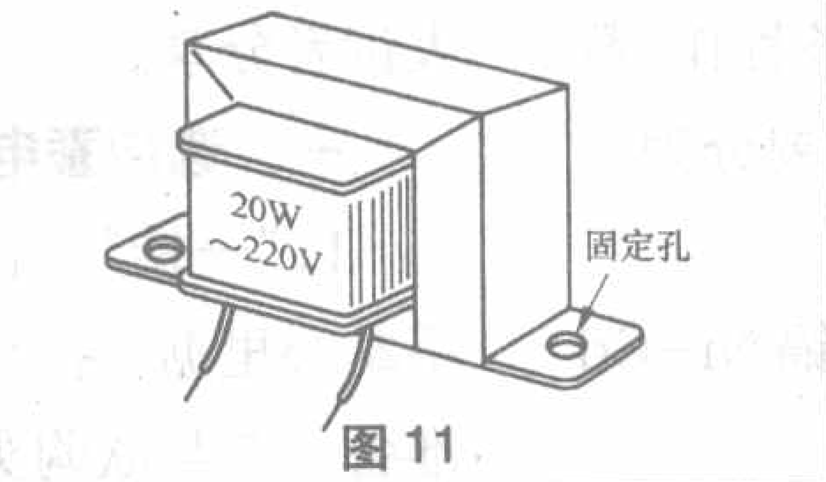


图11

阻中挑选。S2选用旋转式波段开关。电源变压器T为15W、次级电压12V。其余元器件如图2所示。

2. 自制电源变压器

电源变压器也可以自制，方法步骤如下：

(1)根据变压器的功率P来确定铁芯截面积S的大小，如图6所示。可按经验公式$S=1.25\sqrt{P}$(cm²)计算，变压器T铁芯截面积约为4.8cm²。

(2) 计算每伏电压的圈数N_0。经验公式为$N_0=45/S$，变压器T的每伏圈数约为9.4圈。

(3) 计算初、次级各绕组的圈数。初级绕组圈数用N_0乘以220即可，次级绕组圈数用N_0乘以电压再增加10%以弥补损耗。变压器T初级绕组为2068圈，次级绕组为124圈。

(4) 根据各绕组电流选取漆包线。初级绕组的电流I_1=15W/220V≈0.07A，考虑到留有一定的富裕量，可选用直径0.2mm（36号）漆包线。次级绕组的电流I_2=1A，可选用直径0.7mm（22号）漆包线。

(5)按图7所示用绝缘纸板制作一个线包框架，其下面侧板的两侧分别开有初、次级绕组的引线孔。

(6)绕初级绕组。将漆包线线头与引出线焊牢，焊点等裸露部分用绝缘纸包裹住，引出线从线包框架侧板的引线孔中穿出，如图8所示。初级绕组绕好后，其线尾也像线头一样连接好引出线。

(7) 在初级绕组外面包裹一层绝缘纸，如图9所示，然后绕上次级绕组。由于次级绕组所用漆包线较粗，可以直接作为引出线。绕制完成后，最外层应用绝缘纸包裹。

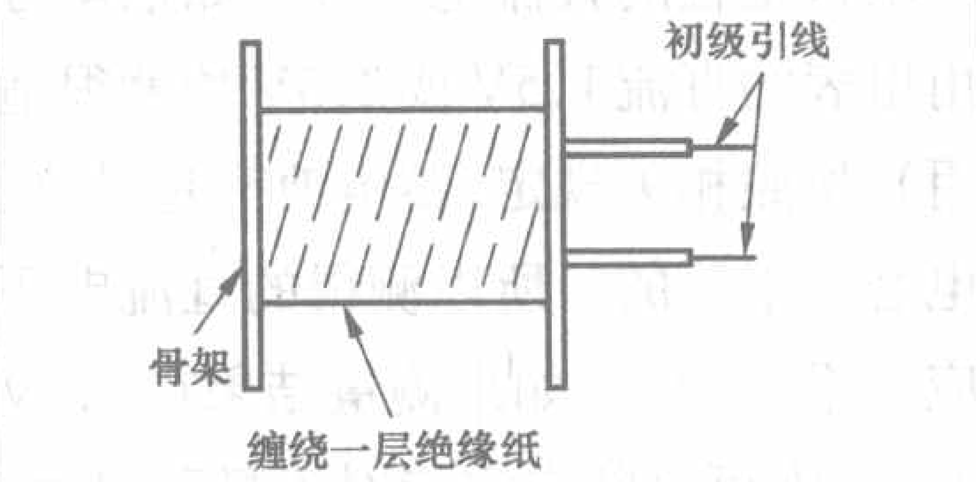


图9

(8)接下来插入硅钢片铁芯。应采用交错插装法，即将“E”形硅钢片上下交错插入线包框架内，如图10所示。所有“E”形硅钢片插完后，再将“I”形硅钢片插入。

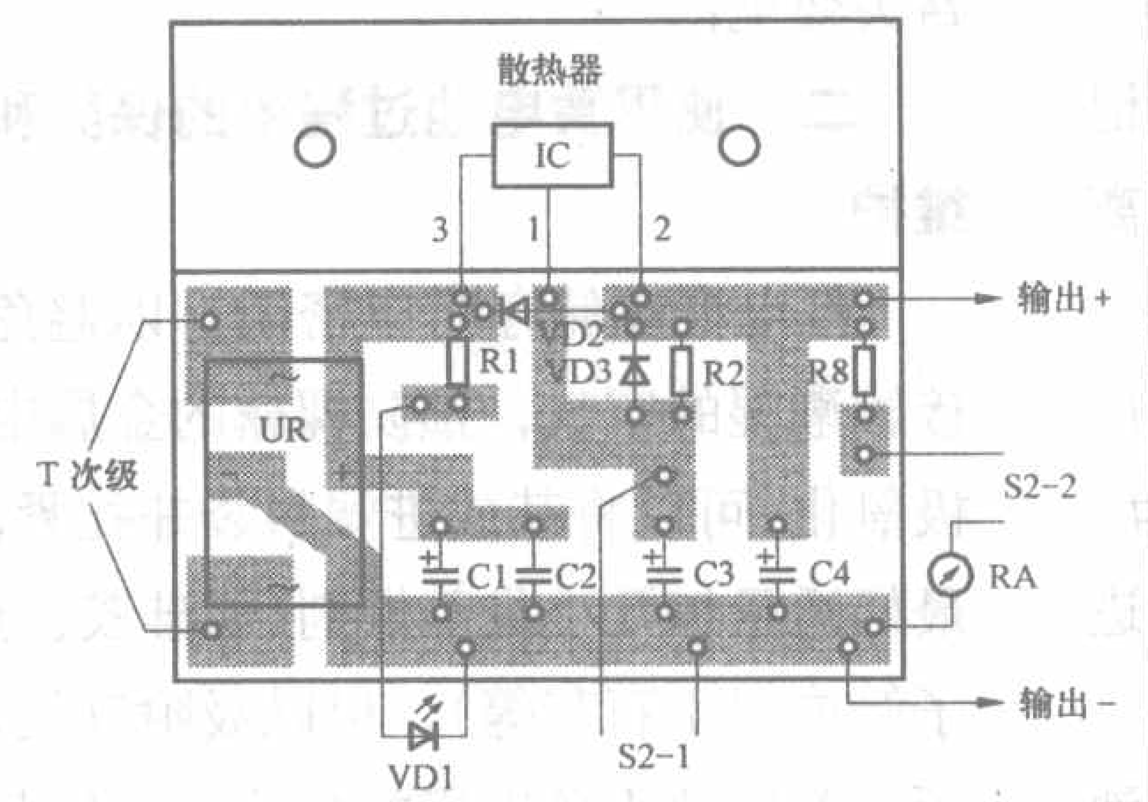


图12 印制电路板图

(9) 在铁芯外面装上铁皮制成的夹壳，再经过浸漆、烘干等绝缘处理，电源变压器就可以使用了，图11所示为其外形。

三、制作与调试

1. 制作方法与步骤

(1)图12所示为印制电路板图，可用单面敷铜板刻制而成，元器件直接焊接在铜箔面，免去钻孔，方便制作。

(2)集成稳压器IC应安装散热器，其引脚用导线接入电路板。

(3) 电阻R3~R7、R9~R12直接焊接在旋转式波段开关S2上，以减少连线，提高可靠性。

(4) 稳压电源整机结构如图13所示。微安表头、发光二极管、电源开关、电压选择开关和输出插孔直接安装在面板上，保险丝安装在背板上，电源变压器、IC散热器和电路板固定在底板上，它们之间用导线连接。

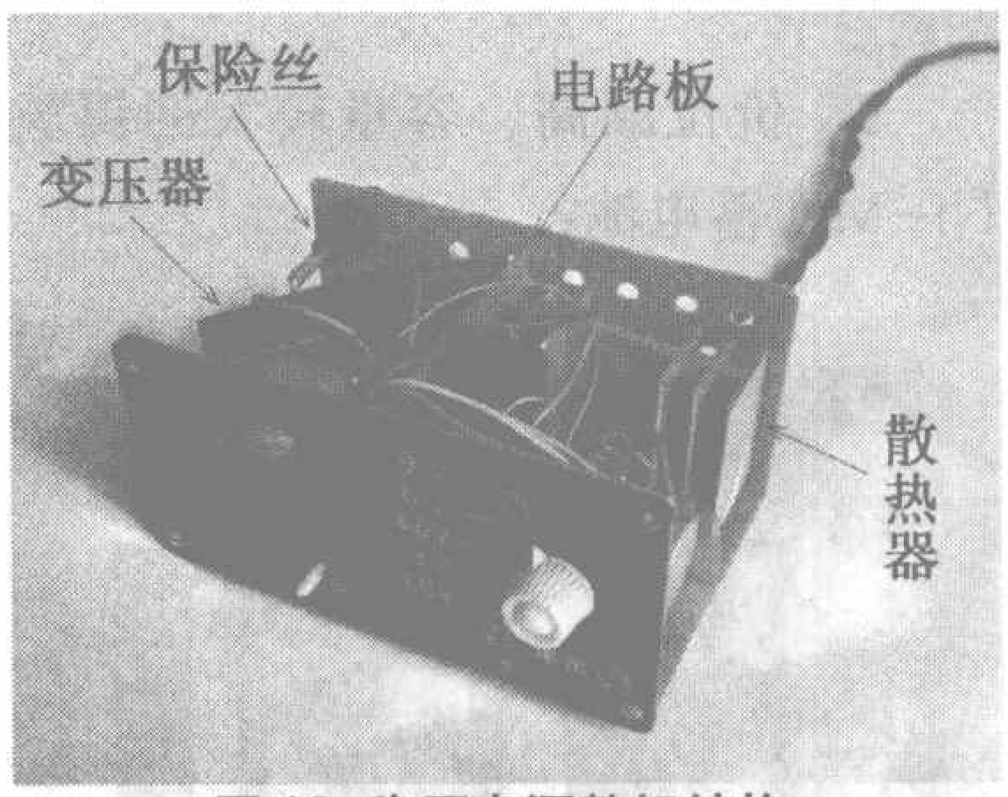


图13 稳压电源整机结构

2. 调试

电路组装完成检查无误后，接通电源，用万用表直流电压挡测量稳压电源输出端，在电压选择开关S2指向不同挡位时，输出电压均应符合S2的指示，如有偏差可适当微调R3~R7的阻值。

让您的充电电池益寿延年
——蓄电池的鉴别、养护及维修

文/王 霞 王福海

随着电子数码产品的迅速普及，各种各样的充电电池的消费量越来越大。人们常说的充电电池应该称作“蓄电池”，目前常用的蓄电池主要分为三种：

1.大量使用的传统型镍镉Ni-Cd蓄电池；

Ni-Cd 电池

2.价位颇高、容量较大的镍氢Ni-MH蓄电池；

Ni-MH 电池

3.容量大、价位高，与手机、笔记本电脑等现代化电子产品配套的锂离子电池。

本文主要以目前应用范围最为广泛，几何形状与传统的1#、2#、5#、7#完全相同的前两类蓄电池为例进行介绍。

由于工作原因，笔者使用蓄电池多年，积累了较多而且比较客观的实践经验，总结出来，愿与《无线电》广大读者分享。

一、选购蓄电池的方法

1.**“一掂”**，就是首先将电池放在手掌心里掂一掂它的重量。最好事先准备一节与欲购买的电池同型号、同体积的完好蓄电池作参照物以便比较和对照。

实践证明，真正的蓄电池给我们的感觉应该是“沉甸甸”的；如果感觉“轻飘飘”的，则往往是“冒牌货”。

2.**“二看”**，就是要仔细端详蓄电池的外观：封装是否牢靠，印刷是否清晰，正负极是否有晶亮的金属光泽，否则不可轻信其为蓄电池！

3.**“三测量”**，就是应该事先准备一块低量程的直流电压表（如袖珍万用电表的直流1.5V或2.5V挡就很适用），按照相关规定，蓄电池都是以“放电态”出厂的，所以测得的直流电压应小于1.25V。如果测量结果在1.5V左右，则可以断定它绝对不是蓄电池，而只是“一次性”使用、不可充电的普通干电池。如购买“二手货”测得电压应大于“0”，否则极有可能为断路失效电池。

二、使用蓄电池过程中的保养和维护

蓄电池在储存时应密闭，以避免接触潮湿的空气，预防裸露的金属电极氧化。可以将其放进塑料袋并扎紧，最好适量加几小袋干燥剂（如硅胶、分子筛或者生石灰等），用以吸附潮气，预防蓄电池正负电极的氧化，杜绝其在充、放电时接触不良和“原电池”腐蚀现象的发生。

蓄电池充电应在其放电终了时进行。这样既可以“物尽其用”，节约能源，又可以防止过量充电，缩短工作寿命。尤其对于镍镉蓄电池，更可避免产生“记忆效应”，充分利用它的容量。

特别值得指出的是，蓄电池的充电电流“**宜小不宜大**”。以北京广播电视配件六厂生产的GNY-3为例，其设计容量为3000mAh，几何尺寸与普通1号干电池完全相同。一般可用300mA、12小时的标准制充电；如果采用充电电流150mA、充电时间24小时的“缓充法”则效果更好。实践证明，这样可使每次放电的时间和累计的使用寿命将更长。所以，在时间允许的情况下，最好采用充电电流尽可能小的“涓流法”充电；但是，一定要掌握好时间，切记不可过长。考虑到蓄电池充、放电时其内部电化学反应的效率不可能达到100%，所以应该遵循的基本原则是：充电电流与充电时间的乘积不可超过蓄电池标称容量的20%。因为蓄电池“过充”会致使其负极的导电微粒因为过量“堆积”而碰触正极，从而造成短路继而大量发热而失效。

理论与实践均证明：按照其充电时的化学方程式，是典型的“吸热反应”——当充电电流小于一定数值时，电池本身绝对不会发热。这就给我们提供了一个充电电流是否过大的判定方法——充电一段时间以后，不时用

手摸一摸电池外壳，其温度越接近室温，越可以延长工作寿命。

如果采用600mA、5小时的快速充电制，则会产生相当的热量，致使其电解液中的水分通过安全阀逐渐蒸发、干涸，从而大幅度地降低其工作寿命。假如急于求成，用相当大的电流充电，时间稍长，则可能因为电池内部过热，导致电解液中的水分大量汽化，气压超出极限而使得电池外壳变形，甚至发生爆炸。故提醒大家：充电电流不要过大，充电时间不可过长，以防不测。

多年以来的工作实践证明：蓄电池只要养护、使用得法，循环充放电上千次是不成问题的——工作寿命相当可观，甚至长达数十年。

三、蓄电池的维修

实践证明，经常使用的蓄电池在长期的充、放电中，不时会因内部短路而造成“报废”，尤其是在充电时间过长、充电电流较大的情况下更是如此。面对这些与日俱增的因短路而“报废”的蓄电池，能不能创造出一种修复方法，使其“起死回生”呢？长时期无数次的理论分析和大量实验证明，答案是肯定的！

经过笔者多年理论研究和反复实验，摸索出一套行之有效的、令蓄电池“起死回生”的办法，现介绍如下。

（一）修复准备

1.准备一节容量尽可能大、内阻尽可能小并且充满电的的单体蓄电池，如几何形状等同于普通1号干电池的GNY-3镍镉蓄电池就非常好用，当然，2号、5号（AA）、7号（AAA）只要质量好、充满电也未尝不可。

2.准备一只2.5V、0.3A的普通手电用小灯泡。

3.准备一条长度约为15cm的镀银多股软导线，头和尾分别剥掉2cm和3cm的绝缘层，并用尾部绑紧小灯泡的螺丝口。总而言之，必须最大限度地降低其接触电阻。

（二）修前确认

修复之前，首先必须确认该蓄电池是否短路，方法如下：

1.将充满电的单体蓄电池与带导线的小灯泡连接，观察并记忆其亮度，如图1所示。

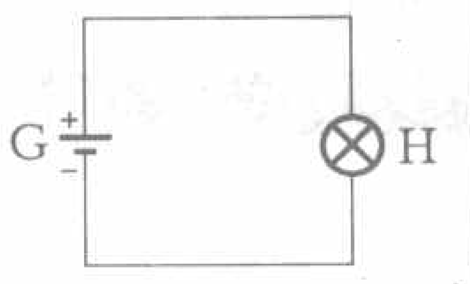


图1

2.将疑似短路的蓄电池与充满电蓄电池的两个正极（即头对头）接触，两个负极之间连接带导线的小灯泡，如图2所示，再观察其亮度变化。如渐渐变暗，则证明该电池尚可充电；如亮度不变，则证实该电池确系短路。

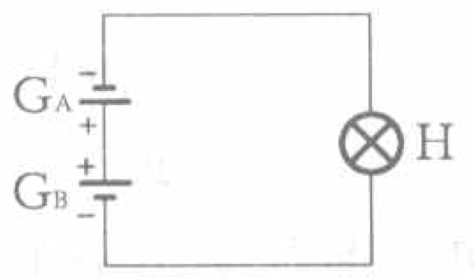


图2

（三）具体方法

1.连接方法与上一条基本相同，只是将小灯泡的螺丝口和待修复电池的负极直接接触，目的是将充满电的单体蓄电池以最大化的电流向待修复电池充电数秒，如图3所示。

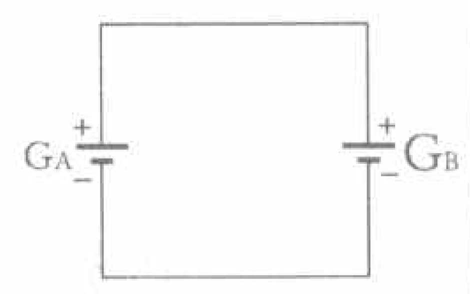


图3

2.用图2的连接方式验证，如小灯泡不亮，说明修复成功，可继续充电后使用；如小灯泡仍然发亮，则证明短路尚未完全消除。此时应按照图3重复一次，后按照图2验证，周而复始，直至成功。

3.对于极个别经过反复修复仍然难于成功者，可再增加一节充满电的单体蓄电池以增大冲击电流达到修复的最终目的（如图4所示）。

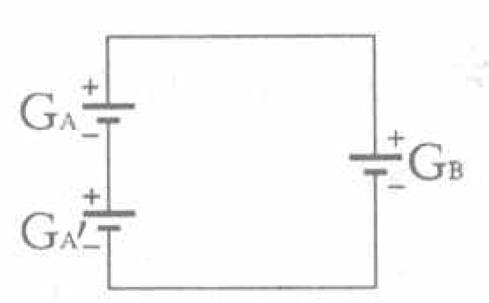


图4

在这里特别提醒广大读者：请千万不要用万用电表的电阻挡测量疑似短路的电池，以防止误判甚至烧毁表头。这是因为放置时间过久、测量电压为零伏的蓄电池往往并不短路；而刚刚放电完毕的蓄电池的电压会缓慢爬升，测量时轻则打弯表针，重则烧毁表头。

本文所介绍的维修方法，尤其值得推崇的是可以对电池组进行“在线修复”。无论该电池组是由多少节蓄电池所组成，只要充电后的总电压低于1.25V与蓄电池节数的乘积，都可参照图1所示的方法，逐一用小灯泡找出不能使之发光的疑似短路单体蓄电池，然后用图2所示的方法予以确认，最后再按照图3、图4所示的方法对其进行“在线烧灼”，直至修好。

另外，为了从根本上杜绝过充电和过放电的发生，我们可以用若干个1N4004等型号的整流二极管来组成分流保护电路，如图5所示。充电保护用两个正向串联的二极管，放电保护用一个反向联接的二极管。每当电池充电电压超过1.4V时，绝大部分充电电流从二极管中流过，从而彻底地避免了蓄电池的过充电。每当电池组放电过程中，某一单体蓄电池因容量偏小、提前放电完毕时，它就会处在反向充电状态。但是这一电压将会被反向连接的二极管钳位在0.7V以下，绝大部分反向电流会流过二极管，从而保护了该蓄电池不会因反向充电而被破坏。

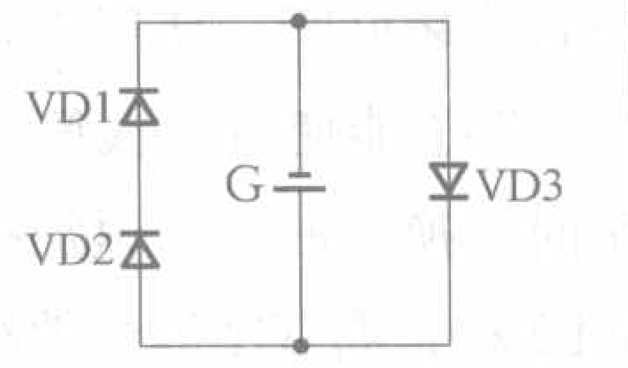
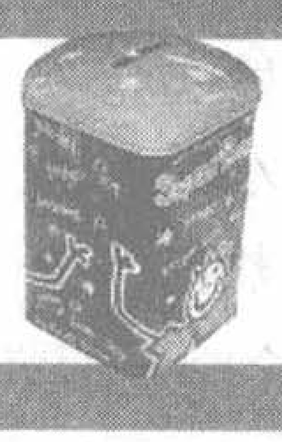


图5

综上所述，蓄电池之所以失效，绝大多数是由于在充电、放电过程中，其内部两极之间发生电化学反应时，导电的微小颗粒因“堆积”不均匀所自然形成的。我们正是充分利用电流的热效应“烧灼”原理将其局部短路的部分击断，达到“返老还童”甚至“起死回生”的目的。

学·做·用

音乐钱筒



文/俞 虹 王 捷

目前，市面上出售的钱筒功能比较简单，只有钱币的入口和出口或只有放入硬币时才播放音乐。而本文介绍的音乐钱筒不管放入的是硬币还是纸币都能播放音乐，并且触发一次换一首乐曲，共能播放七首不同的乐曲。

工作原理

电路图如图1所示，IC1是型号为KD−482G的七首双音乐IC，它内部可存放七首双音乐曲，能触发一次换一首乐曲，循环一次约为5分钟。由于是双音，它除了主音之外，还有余音，声音比较好听，使用电压为3V。

为了能使音乐钱筒在连续放入钱币时不换乐曲，这里加接了由三极管VT2和光耦IC2等元件组成的防重触发电路。S是起触发作用的微动开关，它除了能触发播放乐曲之外，还能触发一次换一首乐曲。为了不重复触发，音乐的一部分信号通过二极管VD加到三极管VT2的基极，并对电容C2充电，使三极管VT2导通。电流通过光耦IC2内的发光管，并使内部的光敏管导通。这样，就相当于开关S闭合。同时，由于电路的延时作用，即使连续放入钱币再按压微动开关，由于IC2内部光敏管已导通，故按压不起作用，这样就保证了乐曲不重复触发，

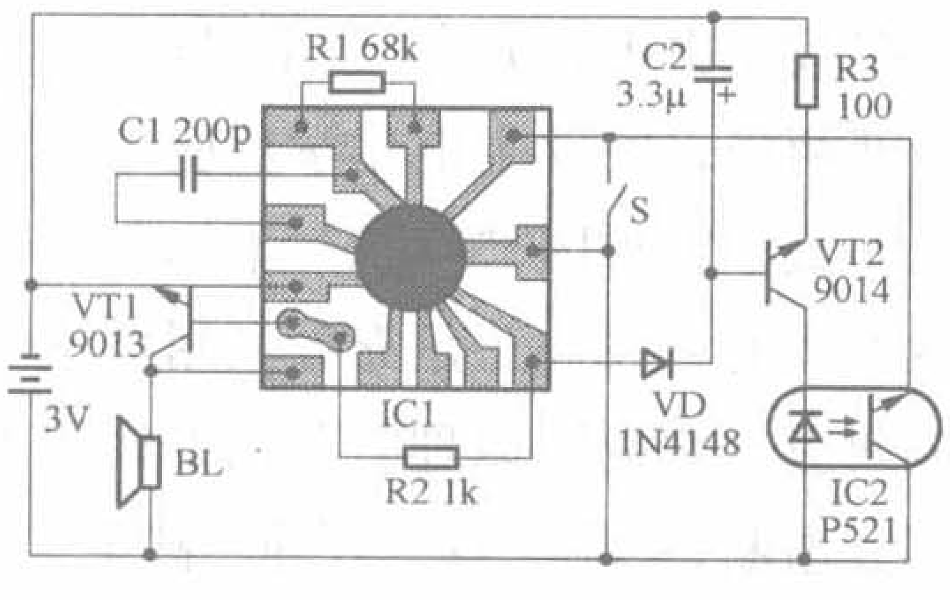


图1 电路原理图

只有当一首乐曲播完后才会再次触发更换乐曲。

电路中，R1用来调整乐曲的快慢。二极管VD起信号的隔离作用，防止电容C2的电压加到三极管VT1的基极。

元件选择

IC1选用KD−482G七首双音乐IC，可向浙江萧山金龙电子公司邮购。三极管VT1选用9013，β在100～150之间。三极管VT2选用9014，β在200～250之间。光电耦合器IC2选用四脚IC，型号为P521。扬声器用8Ω、0.25W的。S选用带弹簧片的微动开关。

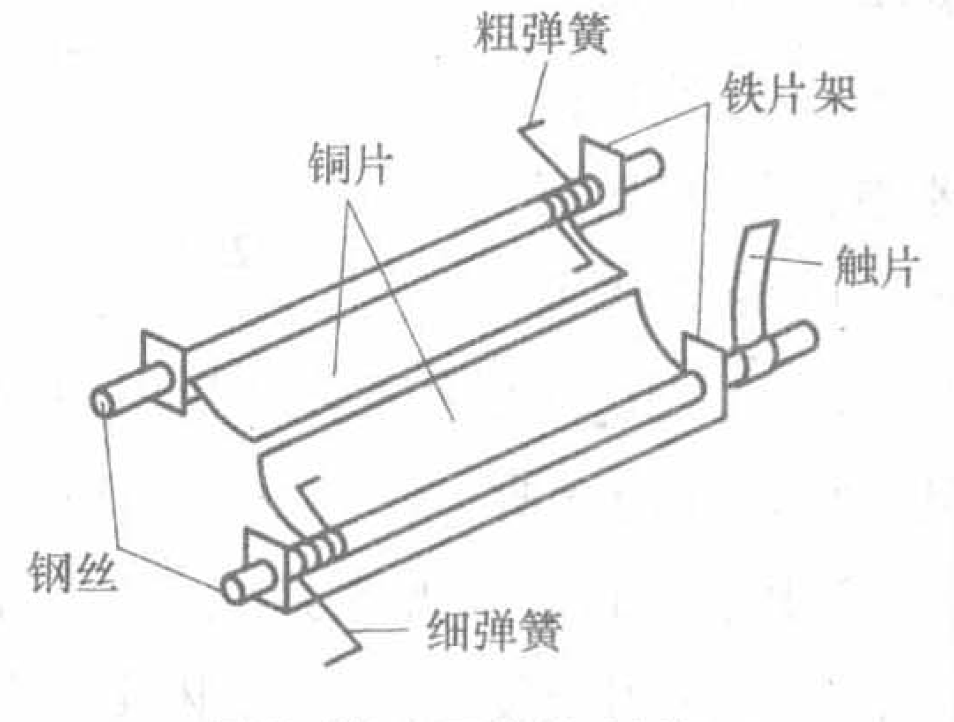


图2 微动开关控制装置

制作方法和调整

先制作一个钱币放入时能按动微动开关S的装置，如图2所示。它装在钱筒放入钱币的入口。当钱币放入时两铜片弹开，钢轴的一端有一触片就会按压微动开关。具体制作方法是：找两条直径约2mm的钢丝，把铜片卷在钢丝上面，用焊锡把铜片和钢丝固定在一起。做两个铁片架，找两条录音机弹簧，要求一粗一细，以便有较大的力使触片按压开关。按图装配好，再找一铜片焊在钢丝的一端作为触片。制作完成后，要求铜片能灵活开合，铜片和钢丝不能有松动的情况。

印制电路板如图3所示，电路实物图片如图4所示。元件焊接无误后，接通电源，按压微动开关S，应能发出乐曲声，如感到声音太快或太慢可调整R1。如多次连续按压开关S时，会换乐曲，可适当调整电容C2的大小。

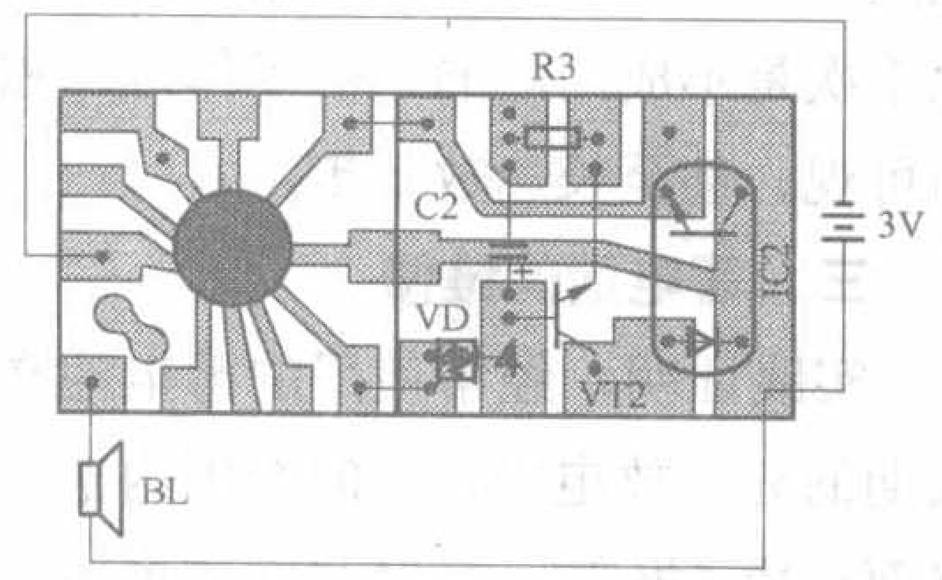


图3 印制电路板

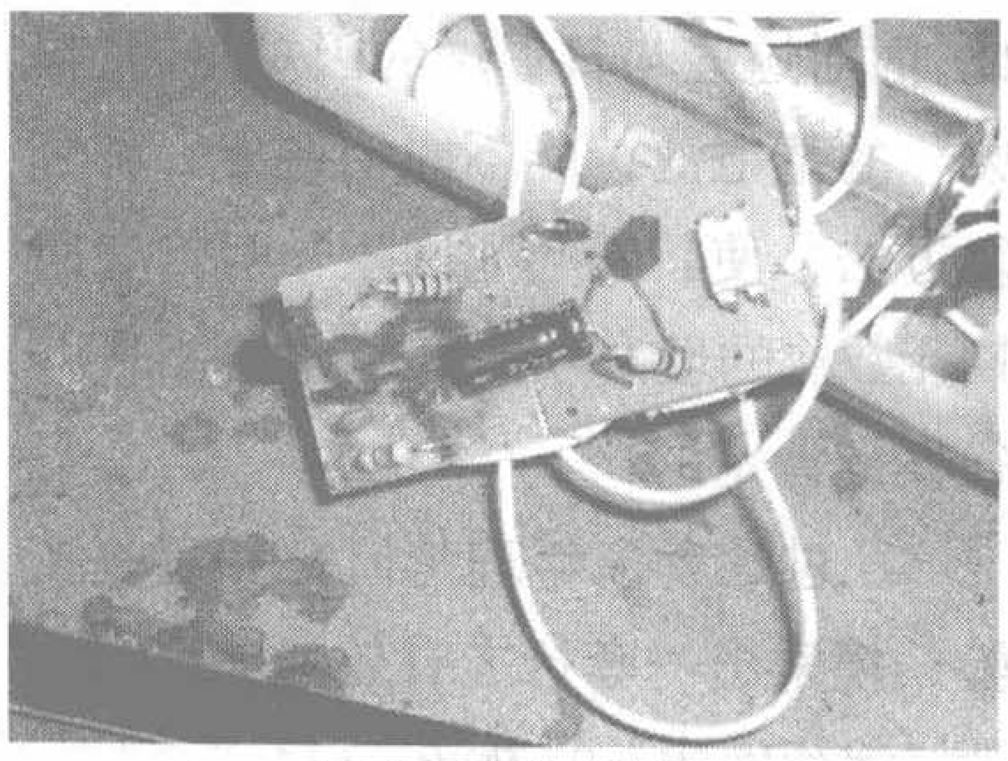


图4 电路实物图

调整完成后，找一塑料方形钱筒，把入口开大一些，以便用手指将铜片顶开放入钱币。将按动微动开关S的装置装在钱筒的入口内部。将微动开关S装在钱筒内靠近触片的地方。调整微动开关的位置，当不管放入的是纸币还是硬币都能使电路触发，然后固定微动开关。最后，把电路板和电池盒固定在钱筒的底部，在钱筒的侧壁开一些放音孔，把扬声器固定在上面。这样，一个新颖的音乐钱筒便制作完成。

轻松认识8051(下)

文/张义和 陈敌北

8051的基本电路是指8051电路工作不能或缺的基本连接线路，基本电路包括以下4部分：

● 电源

没有电路是不需要电源的，8051亦是如此！首先将8051的40脚接V_{CC}，也就是+5V，20脚接地(GND)，如图1所示。

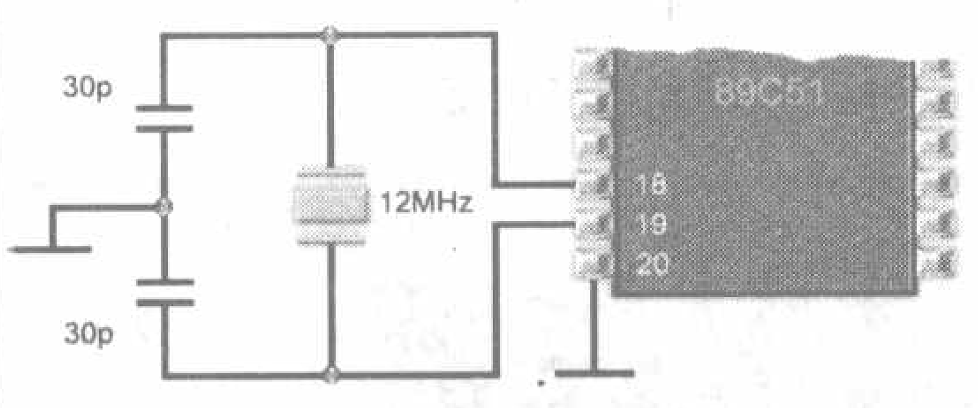


图1 使用内部振荡电路

● 时钟脉冲

8051内部已含有振荡电路，只要在8051的接地引脚上面的两个引脚(即19、18脚)连接简单的石英振荡晶体即可。8051的时钟脉冲频率，原本为12MHz，发展至今，已有24MHz(Atmel公司所推出的)，甚至40MHz的版本，未来也许还可能有更高的版本。不过，在此仍以目前流行的12MHz为例，如果懒得再设计一个振荡电路，可按图1连接。如果需要自行设计一个振荡电路，则可按图2连接。

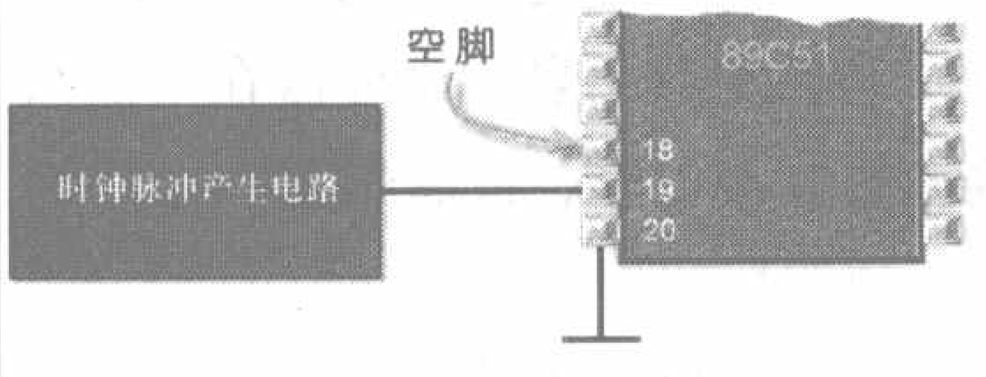


图2 使用外部时钟脉冲产生电路

● 复位电路

8051的复位引脚（Reset）是第9脚，当此引脚连接高电平超过2个机器周期（1个机器周期为6个时钟脉冲），即可产生复位的动作。以12MHz的时钟脉冲为例，每个时钟脉冲1μs，2个机器周期为12μs，因此，在第9脚上连接一个2μs以上的高电平脉冲，即可产生复位动作，如图3所示。

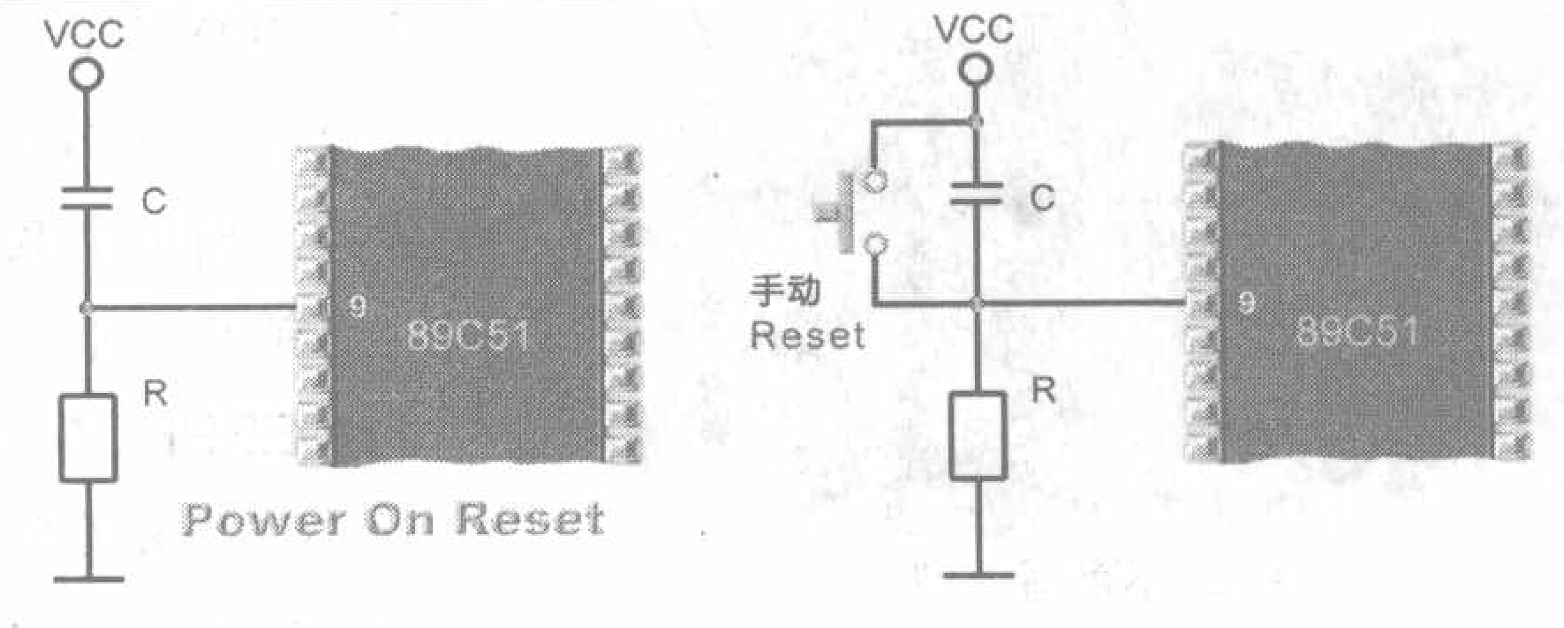


图3 左边为Power On Reset电路、右边为手动的Reset电路

电源接通瞬间，电容C上没有电荷，相当于短路，所以第9脚直接连接到V_{CC}，即8051执行复位动作。随着时间的推移，电容上的电压逐渐增加，而第9脚上的电压逐渐下降，当第9脚上的电压降至低电平时，8051恢复正常状态，称之为「Power On Reset」。在此使用10kΩ电阻、10μF电容，其时间常数为1ms，所以第9脚上的电压可保持2μs以上的高电平，足以使系统复位，而约1ms（一个时间常数）的时间内系统处于复位状态。

通常，我们还会在电容两端并联一个按钮开关，如图3的右图所示，此按钮开关是手动的Reset开关（强制Reset）。

● 存储器设定电路

基本电路的最后部分是存储器的设定，如果把31脚（$\overline{EA}$）接地，则采用外部存储器；如果把31脚（$\overline{EA}$）接V_{CC}，则采用内部存储器。通常大多采用内部存储器，所以把31脚与40脚及V_{CC}相连。整个基本电路如图4所示。

表1

项次	名 称	规 格	数量	备 注
1	89C51	12MHz	1个	
2	石英振荡晶体	12MHz	1个	
3	电解电容	10μF/25V	1个	
4	陶瓷电容	30pF	2个	
5	电阻	10kΩ	1个	
6	按钮开关	a接点	1个	TACK SW.

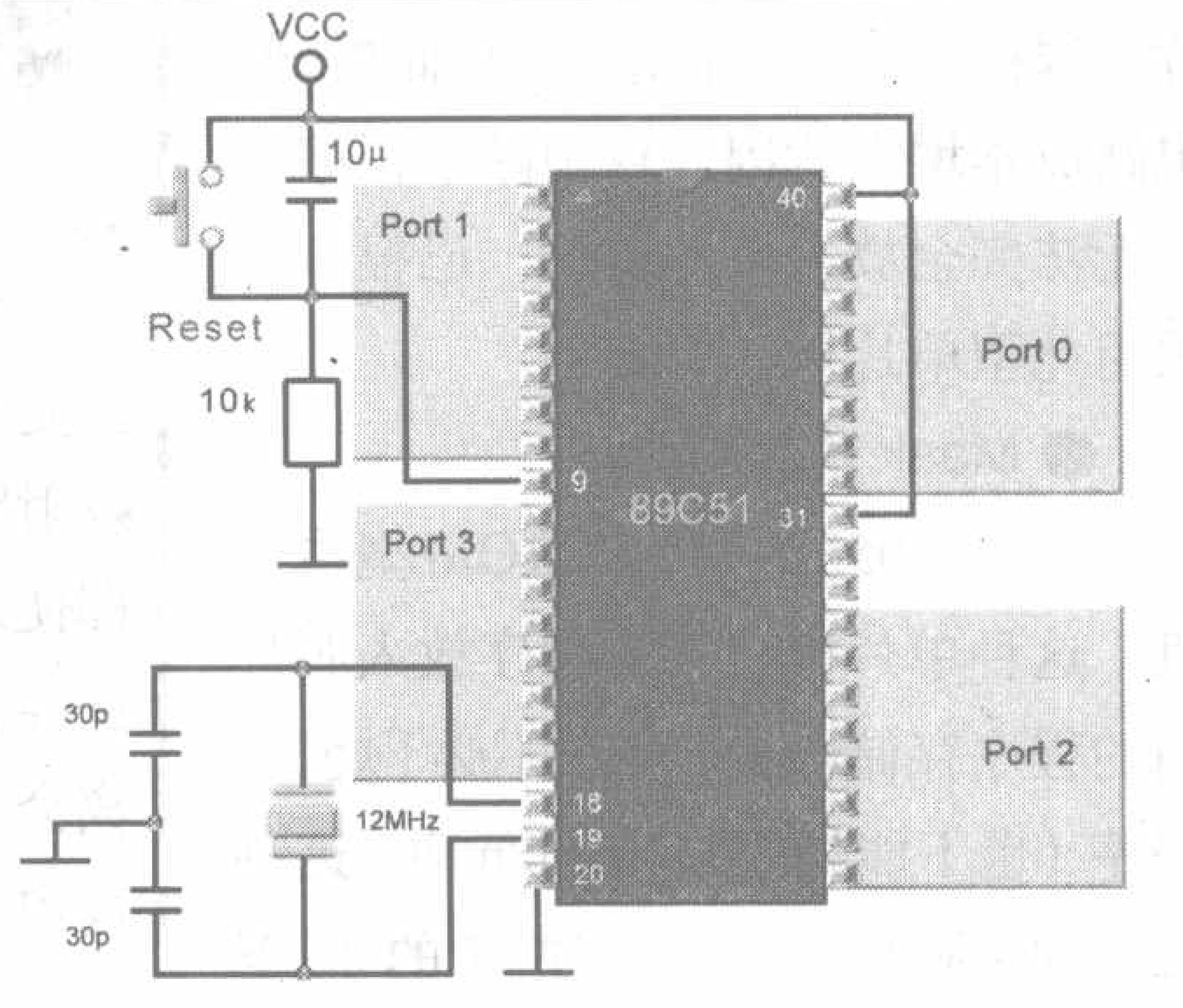


图4 基本电路

图4电路的元件如表1所示。

基本上，MCS-51系列可分为51与52两大类，52类可说是51类的增强型，其最大的特色就是存储器加倍、增加一个定时器/计数器。价格……嘿嘿嘿！

若按芯片内的ROM来区分，可分为无ROM型（8031/8032）、Mask ROM型（8051/8052）、EPROM型

表2

	51类				52类			
型号	8031	8051	8751	89C51	8032	8052	8752	89C52
型式	无ROM	Mask ROM	EP ROM	EEP ROM	无ROM	Mask ROM	EP ROM	EEP ROM
ROM	内含0KB 外接64KB	内含4KB外接最大64KB			内含0KB 外接64KB	内含8KB外接最大64KB		
RAM	内建128 B外接最大64KB				内建256 B外接最大64KB			
定时器／计数器	2个16 位定时器／计数器				3个16 位定时器／计数器			
中断源	5				6			
I/O	4个8位输入／输出端口				4个8位输入／输出端口			

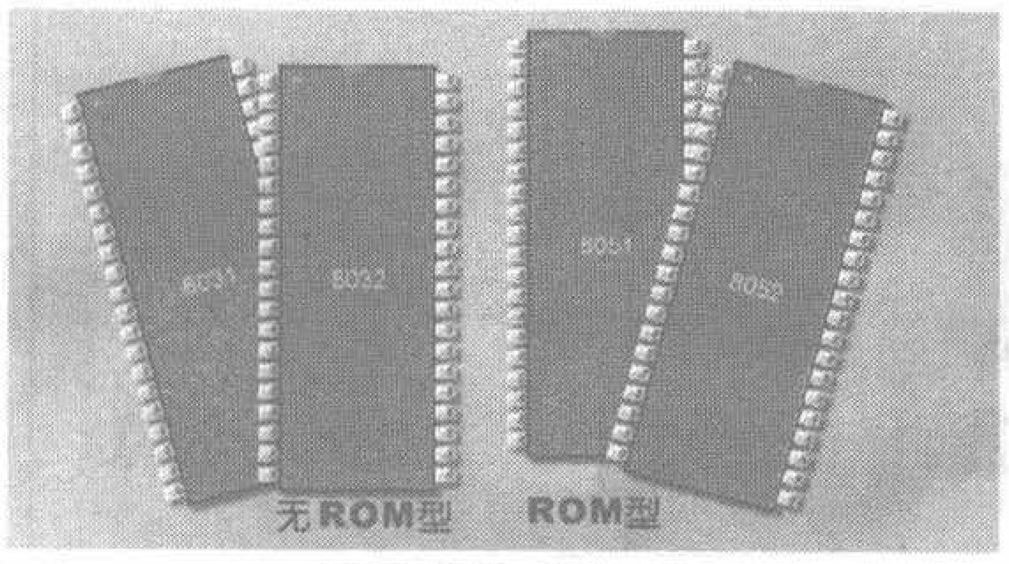


图5 不可写入型

(8751/8752)及EEPROM型(89C51/89C52)，如表2所示。

以下简述这几种8051：

● 无ROM型

8031/8032为无ROM型单片机，使用这种单片机时必须外接程序存储器。由于其封装成本与含ROM型的单片机很接近，且须外接程序存储器，使电路成本增大，因此目前除了程序太大无法完全放入单片机外，已很少人采用此型单片机。

● Mask ROM型

8051/8052为Mask ROM型单片机，这种单片机直接将程序放入芯片内的程序存储器中，所以不必「烧录」程序（也不能烧录），单价低廉。这种芯片必须要制作其独有的光罩(Mask)，因此量大时才能生产。例如，计算机键盘里所用的单片机(8048，是8051的前一代)，就是Mask ROM型单片机。

● EPROM型

8751/8752为EPROM型单片机，这种单片机可将程序烧入芯片中的程序存储器，也可用紫外线清除程序存储器中的数据，所以可重复使用。IC上面有一个窗口，可看到内部的芯片与连接线，通常在烧录完毕后，在窗口上贴黑色胶布，以防止数据消失。如要清除ROM里的数据，使用紫外线照射窗口15～30分钟即可。这种封装成本较高，再加上其清除动作麻烦且费时，目前几乎不再生产了。

● EEPROM型

89C51/89C52为EEPROM型单片机，这种单片机不但可将程序烧到「加载」芯片内的程序存储器中，而且只要用5V或12V电压，即可轻松、快速清除程序存储器里的数据，因此它早已成为目前的主流产品。厂商的技术资料称，这种芯片可重复写入与清除达1000次。而依笔者的经验，如非操作上的错误或引脚折断，就算是很用力地给它烧，都还很难给它烧死掉！

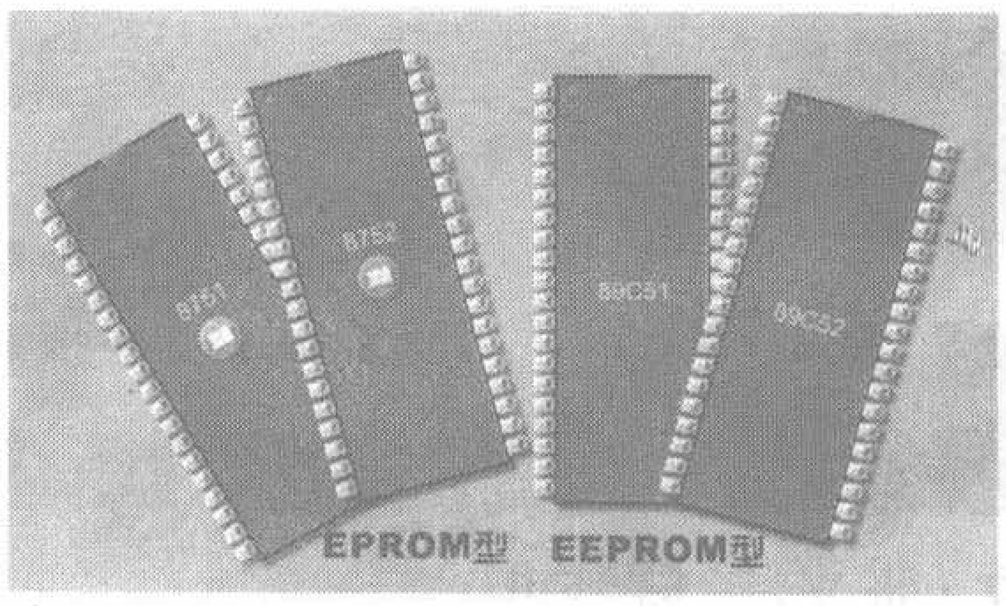
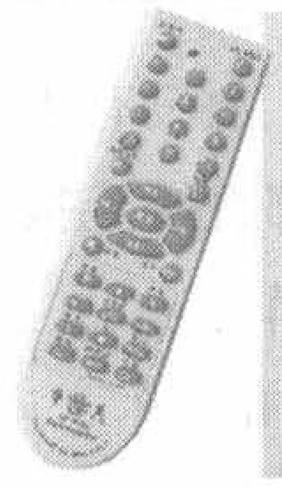
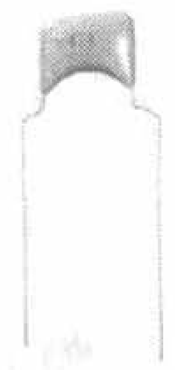


图6 可重复写入型

编者注：《例说8051》一书在全国各地书店有售，如果您在当地购买不到，可与我杂志社联系邮购，邮购价及地址见本期第66页。



一只电容提高遥控器发射距离



文/张俊霞

遥控器在电池变旧时，发射距离明显变短，比如一般装有新电池的遥控器发射距离在10m以上，且方向性不明显，即使遥控器对着白墙通过反射也能实现遥控。而当遥控器电池用旧时，发射距离会下降到3m以下，且方向性变强，偏离电视机接收孔就不能遥控成功。

笔者用万用表检测电池时，发现7号（5号）新电池的开路电压可以达到1.6V，瞬间短路电流大于500mA；当电池用旧时，电压会下降到1.3V以下，瞬间短路电流小于300mA，这时电池就不能用了。

一般人们废弃的旧电池，经检测，瞬间短路电流在300mA左右，电压下降到1.3V～1.4V，其实，这些电池还可以派上用场。

遥控器的工作状态是一种短时间工作，只需要瞬时大电流，而旧电池由于内阻增大，不能提供大电流，所以笔者想到了电容的作用，可以让旧电池为电容充电，工作时再放电。于是笔者把一个470μF的电解电容并接在遥控器电池两端（正极接电池的正极，不要搞错），原来只能遥控3m左右的遥控器，此时已可以遥控达到10m左右。后来发现，当遥控器电池并接电容，遥控距离下降到4m时，电池的短路电流只剩下了80mA。如果此时去掉电容，即使将遥控器紧靠电视机，也不能实现遥控。笔者发现大多数遥控器在电池两端没有并接电容，或者电容器太小而起不到明显的作用。

由此可知，在各种遥控器的电路板上，电池两端并联一个470μF以上的电容，极性接对时可以非常明显地提高发射距离，并极大地延长电池的使用寿命。

学·做·用

会说话的“金猪”储钱罐

文 / 张晓东

现在，市场上一种“金猪”造型的储钱罐十分畅销，如果我们自己动手给这种“金猪”储钱罐加装上语音录放电路（实物外形如图1所示），则每当向罐内投入一枚硬币时，“金猪”便会说出一句吉祥话语，并能“哼”响一段乐曲，十分有趣。

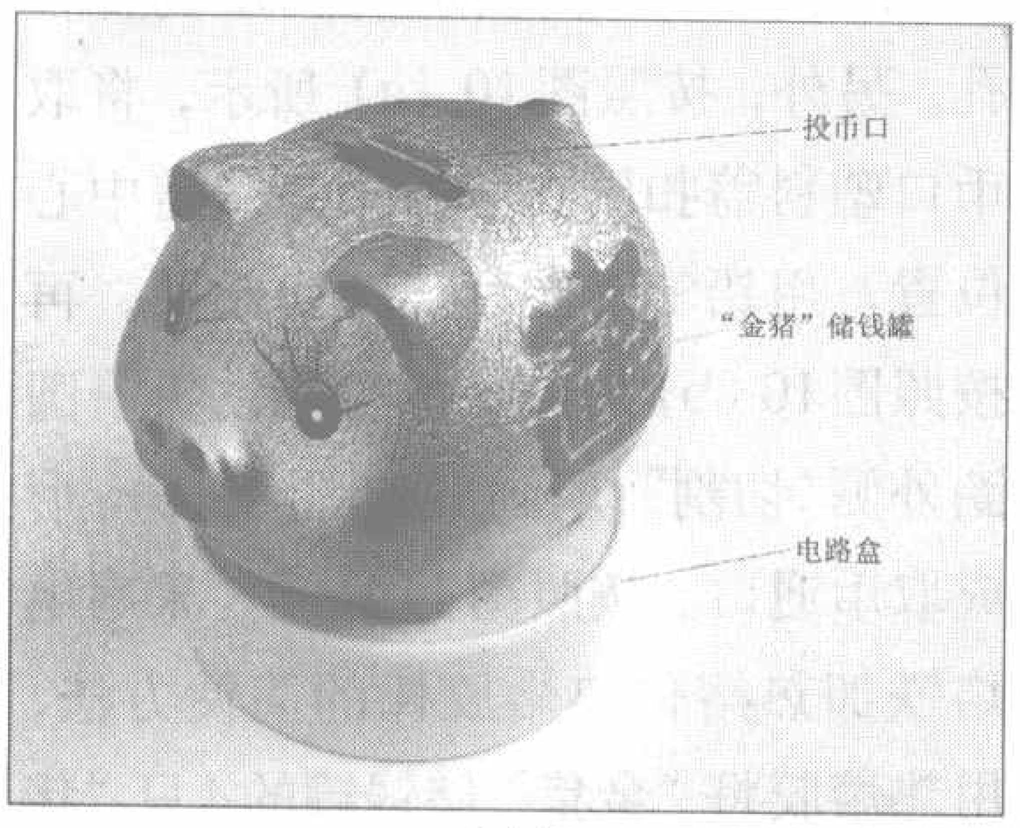


图 1

一、工作原理

会说话的“金猪”储钱罐电路如图2所示，其核心器件是一块质优价廉的新型超薄语音录放模块IC。由于该模块体积小巧、性能优良、价格便宜（单价仅10元，比自己购买元器件组装要便宜得多、可靠得多），非常适合电子爱好者用来制作各种语音小装置。

当按下录音开关SB的按键不松手时，语音录放模块IC的录音控制端REC获得高电平触发信号，发光二极管VD点亮，表示进入录音状态。这时，

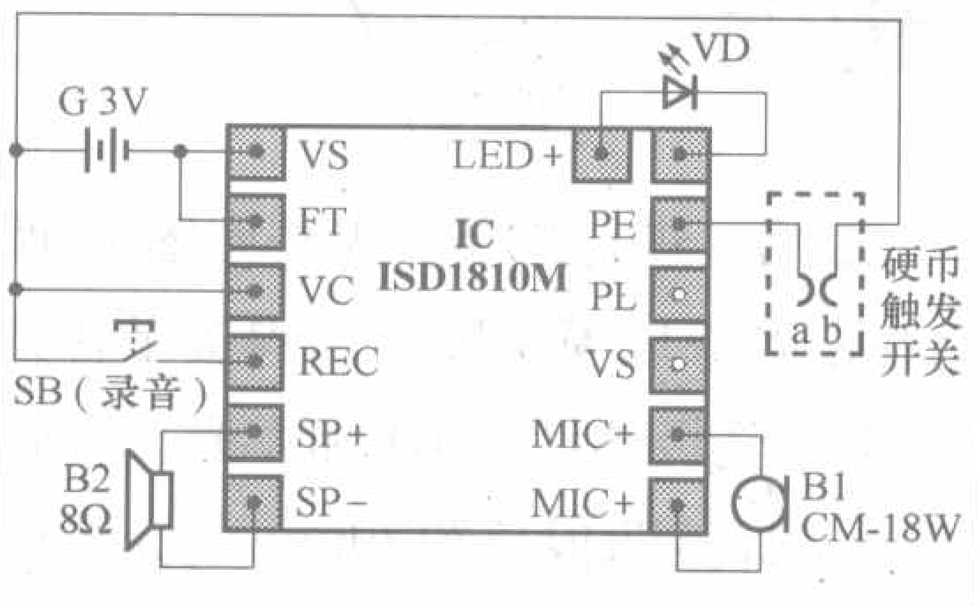


图 2

嘴对着驻极体话筒B1讲话，IC即自动录入话语。手松开SB按键后，VD熄灭，录音结束；如果录音时间超过12s，则VD自动熄灭，表示语音录满。录音完毕，电路自动进入待放音状态。

当每次向储钱罐投币时，硬币将作为触发开关的a、b电极暂时“桥接”通，与a极相接的语音录放模块IC的正脉冲触发放音端PE获得包含有上升沿的正脉冲触发信号，使IC受上升沿触发从SP+、SP−两端输出一遍内储的录音电信号，并驱动扬声器B2直接发声。

二、元器件选择

为了方便初学者易认易购，特给出本制作所用全部电子元器件实物外形如图3所示。

IC选用新颖ISD1810M型超薄语音录放模块，其语音集成电路芯片和外围阻容元件等分别采用软封装和贴片工艺制作在尺寸仅为17.5mm × 15mm的双面小印制电路板上，总厚度仅为2mm，其实物外形和引脚排列

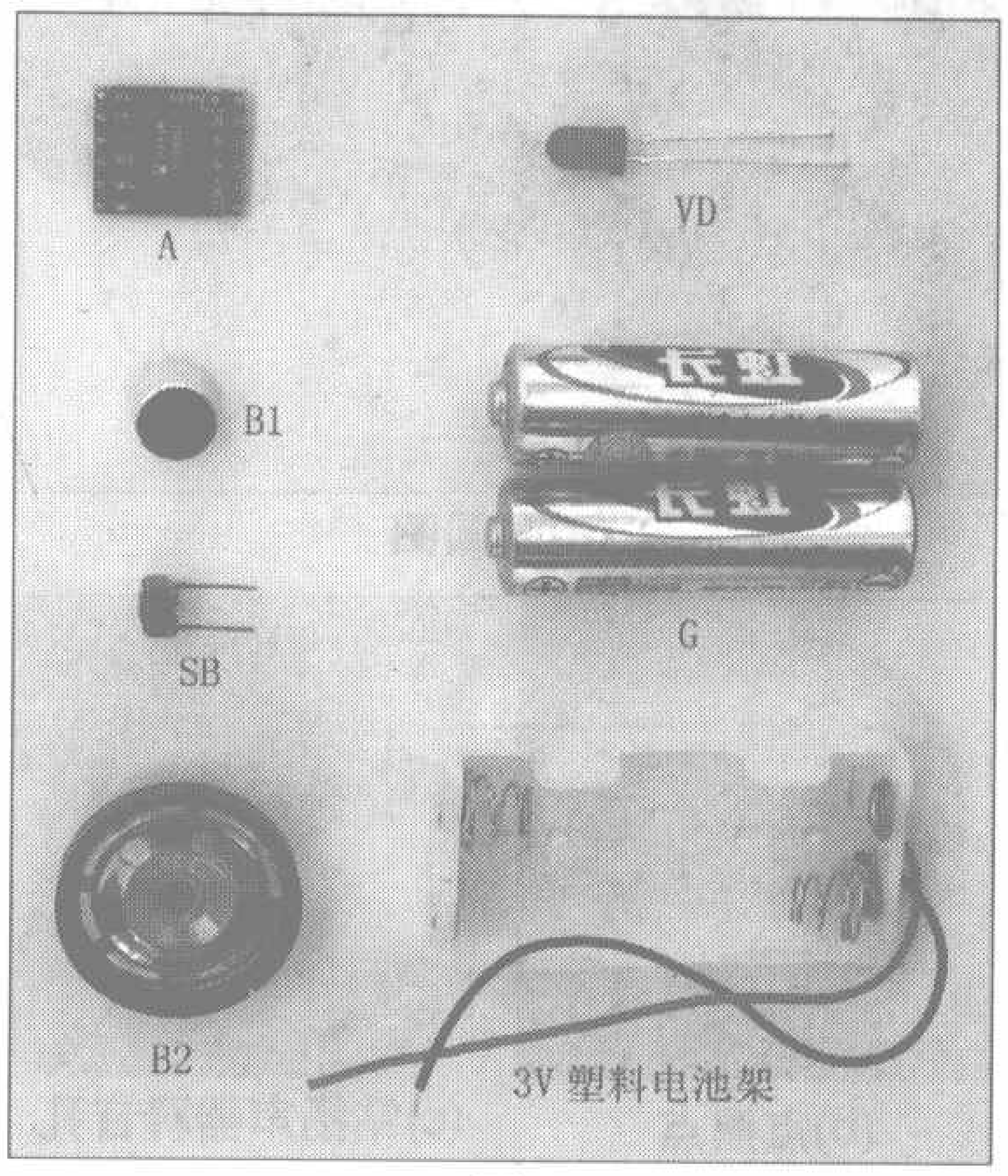


图 3

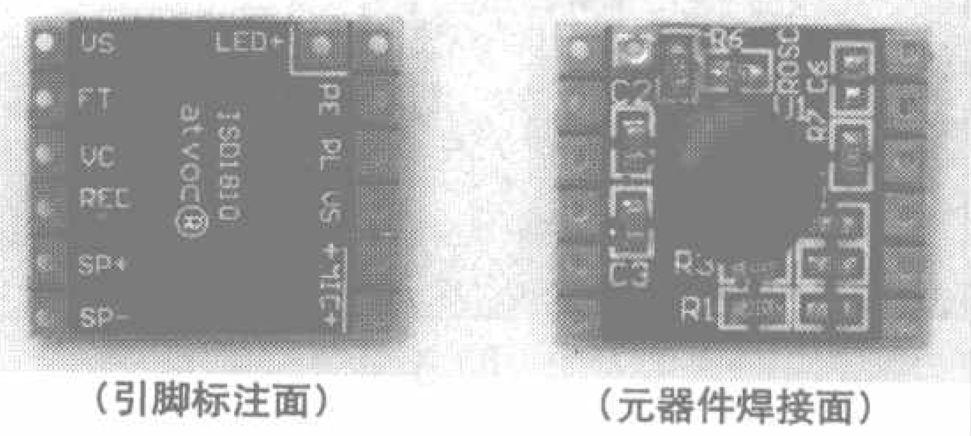


图 4

等详见图4；只要外接上电池、两个按键开关（一录一放）、扬声器和驻极体话筒等，便可实现录音和放音，使用非常方便。ISD1810M的主要参数为：工作电压范围2.7V～5.5V，静态电流≤0.5μA，工作电流约25mA；录音时间8秒～20秒（缺省值12秒），录入语音断电不怕丢失，可重复录音达10万次。ISD1810M的邮购信息可登录网站www.atvoc.com查询。

B1选用CM−18W型（ϕ 10mm × 6.5mm）高灵敏度驻极体话筒，它的灵敏度划分成五挡，分别用色点来表示：红色为−66dB，小黄为−62dB，大黄为−58dB，蓝色为−54dB，白色＞−52dB。本制作中应选用蓝色或白色色点产品，以获得较高的灵敏度。B1也可用其他灵敏度较高的小型驻极体话筒来直接代替。

B2用ϕ 27mm × 9mm或ϕ 29mm × 9mm超薄微型动圈式扬声器，以减小体积，方便安装。VD可用ϕ 3mm红色发光二极管。SB用6mm × 6mm小型轻触式按键开关。G用两节5号干电池串联（配带塑料电池架）而成，电压3V。整个装置平时静态电流实测仅0.5μA，工作时最大不超过40mA，故用电很节省。

三、制作与使用

制作分三步进行：首先，选一市售

图5

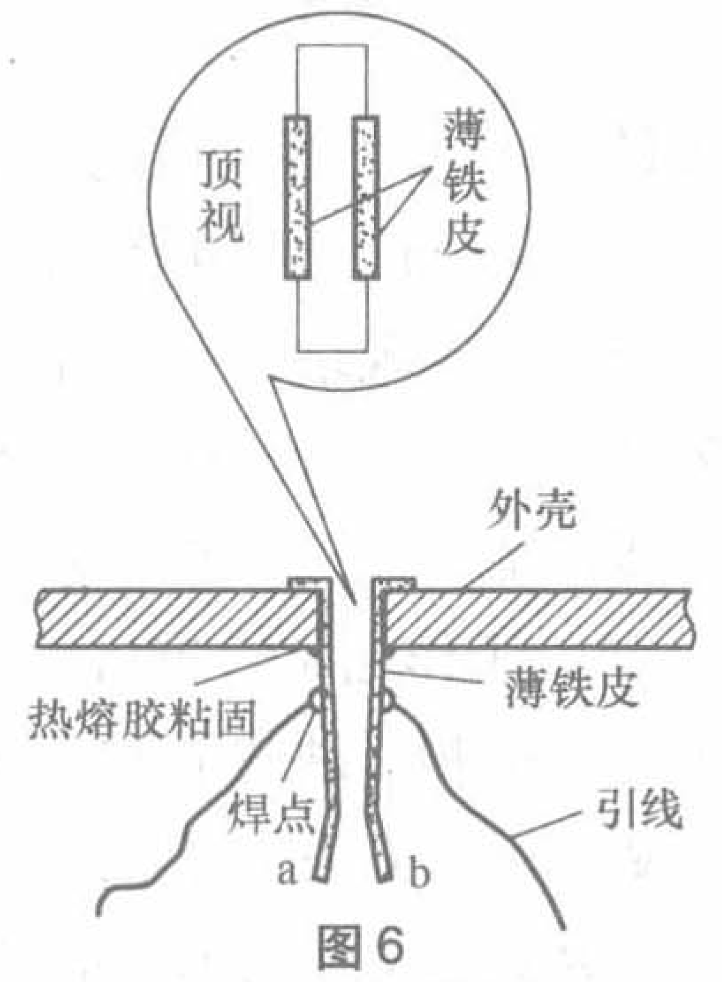
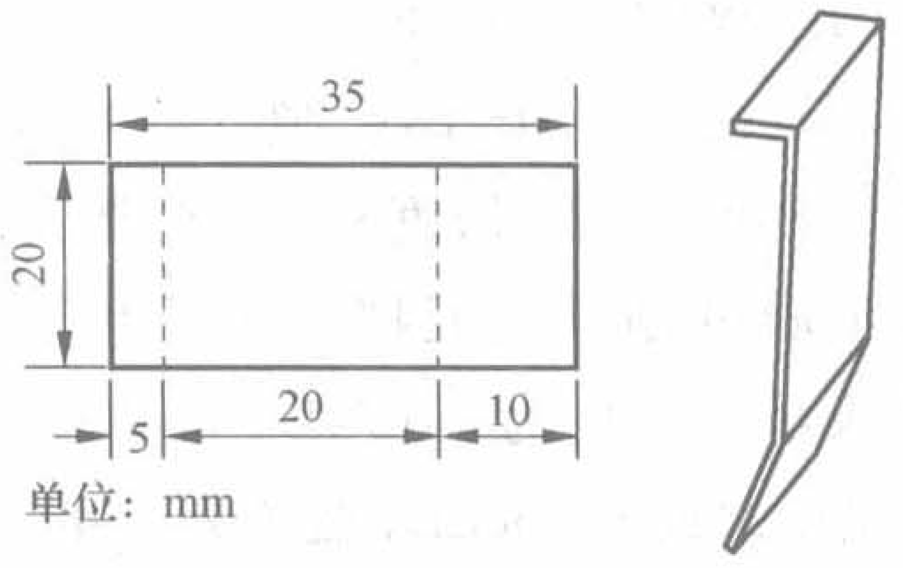


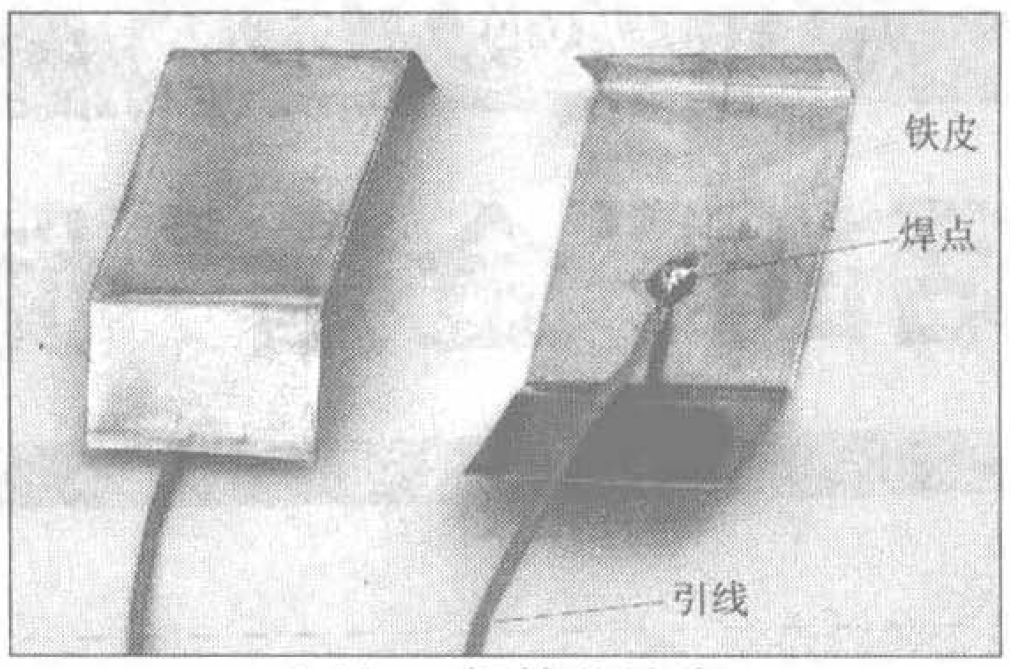
图6



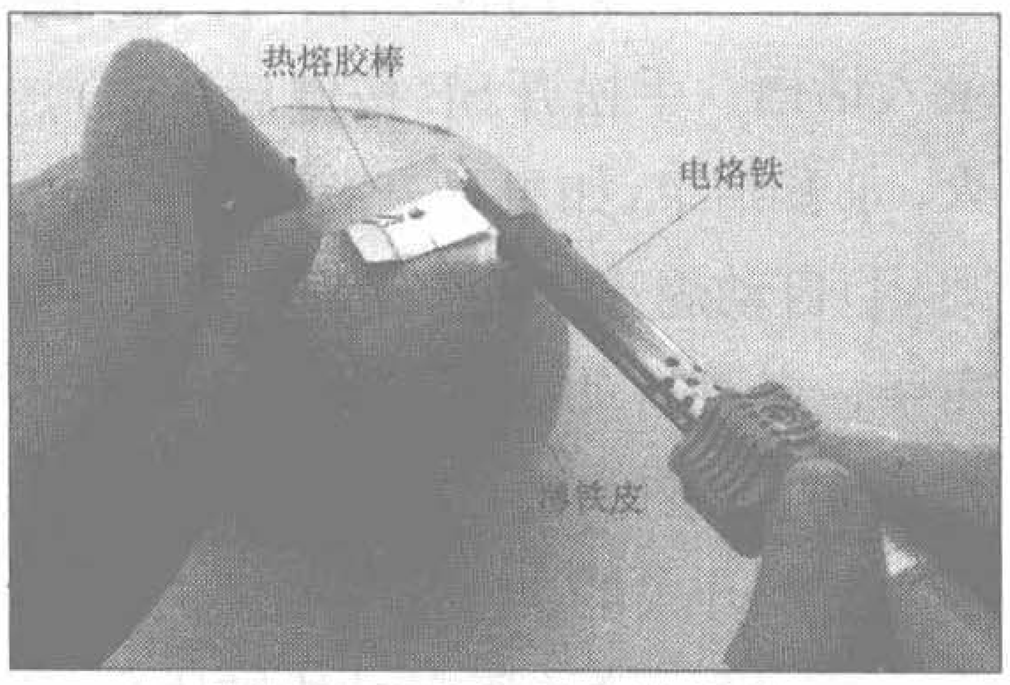
(a) 薄铁皮尺寸　(b) 加工形状

图7

"金猪"储钱罐，并按图5所示选一大小、颜色合适的塑料广口瓶盖（直径与"金猪"储钱罐长度相当，高度不小于25mm），作为"金猪"储钱罐的底座。在"金猪"储钱罐原有的投币口处安装图6所示的硬币触发开关，具体可按图7（a）所示，将两片相同尺寸的薄铁皮用手钳子或小形台钳弯折虚线处，成为图7（b）所示的形状。薄铁皮可取自用马口铁皮做成的空罐头，如果能够找到弹性好的薄磷铜片，则更为理想。加工好的两薄铁皮，按图8（a）所示分别焊接上长度约为15cm



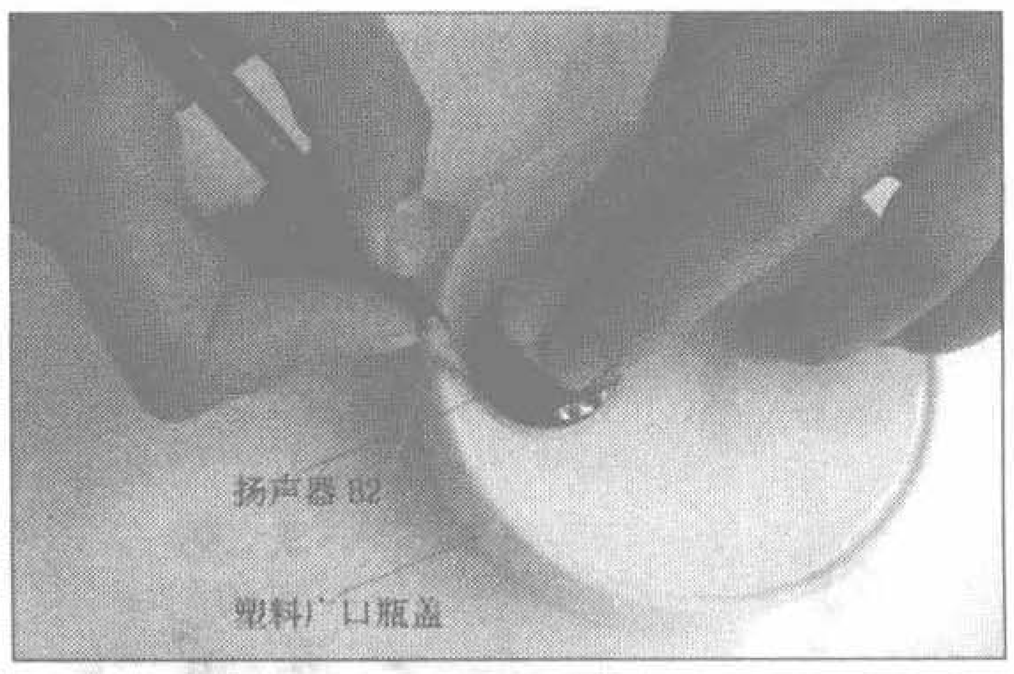
(a)加工好的薄铁皮



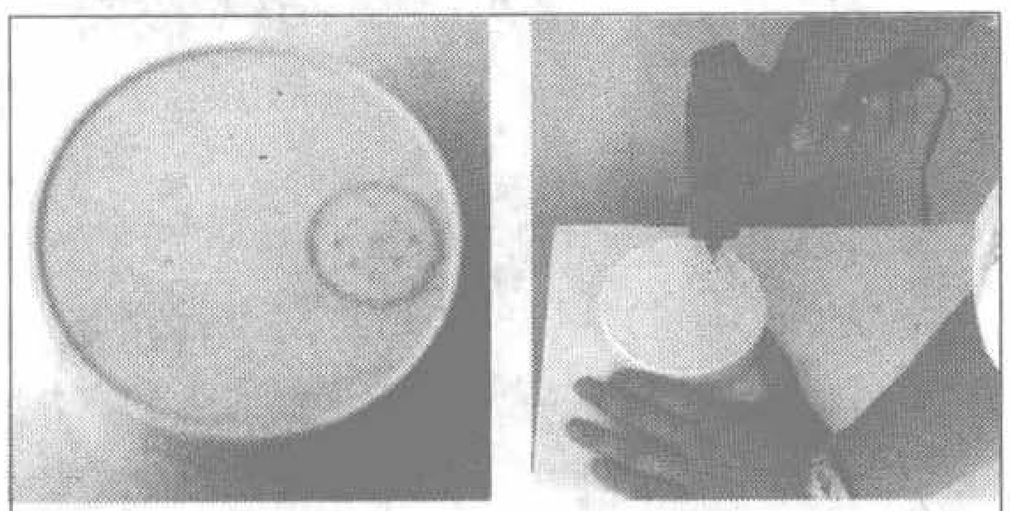
(b)用电烙铁加热热熔胶棒

图8

的细电线，并按图8（b）所示在粘贴位置滴上用电烙铁加热熔化了的热熔胶，乘胶尚未冷却凝固，快速粘贴在"金猪"储钱罐原有的投币口处（所用热熔胶棒一般五金商店均可购买到，每根单价1元～2元）。装配好的硬币触发开关，要求穿过投币孔的硬币能将两铁皮a、b良好"桥接"一下即行。如果投币不能良好"桥接"触发开关，或投币被触发开关夹住不能顺利通过，可通过调整两铁皮a、b的相对间距来加以调整。硬币触发开关的双胶细电

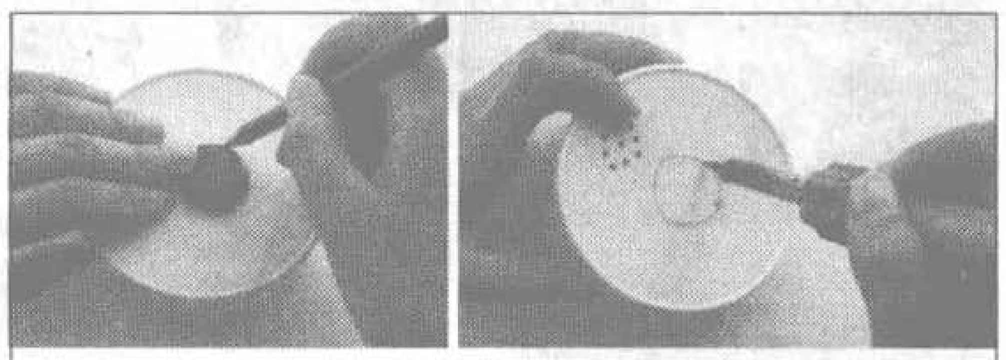


(a)画圆圈



(b)点黑点　(c)钻扬声器释音孔

图9



(a)画圆圈　(b)开圆口

图10

线可在储钱罐的取币口塑料盖（在"金猪"肚底下）上开孔引出，参见后面图11所示。其次，按照图9（a）所示，将扬声器B2扣压在塑料广口瓶盖靠近边沿处，用铅笔沿扬声器外口画出圆圈。再按图9（b）所示，在圆内用铅笔点上9个黑点，按照图9（b）所示用小电钻在每个黑点位置打出 ϕ 2mm的小孔，作为扬声器B2的释音孔。另外，按照图10（a）所示，将取币口塑料盖扣压在塑料广口瓶盖中心位置，用铅笔沿塑料盖画出圆圈。再按照图10（b）用加热的电烙铁头沿圆圈外侧"切割"所画出的圆圈部分，形成取币通口。按照图11所示，采用电烙铁加热熔化热熔胶棒的简便方法，用热熔胶将"金猪"储钱罐的4只"猪蹄"粘贴在塑料广口瓶盖上。将扬声器B2、塑料电池架粘贴在瓶盖内部。注意：塑料瓶盖上的扬声器释音孔应位于"金猪"前胸下方，取币通口则应正对"金猪"肚底下面的取口塑料盖。

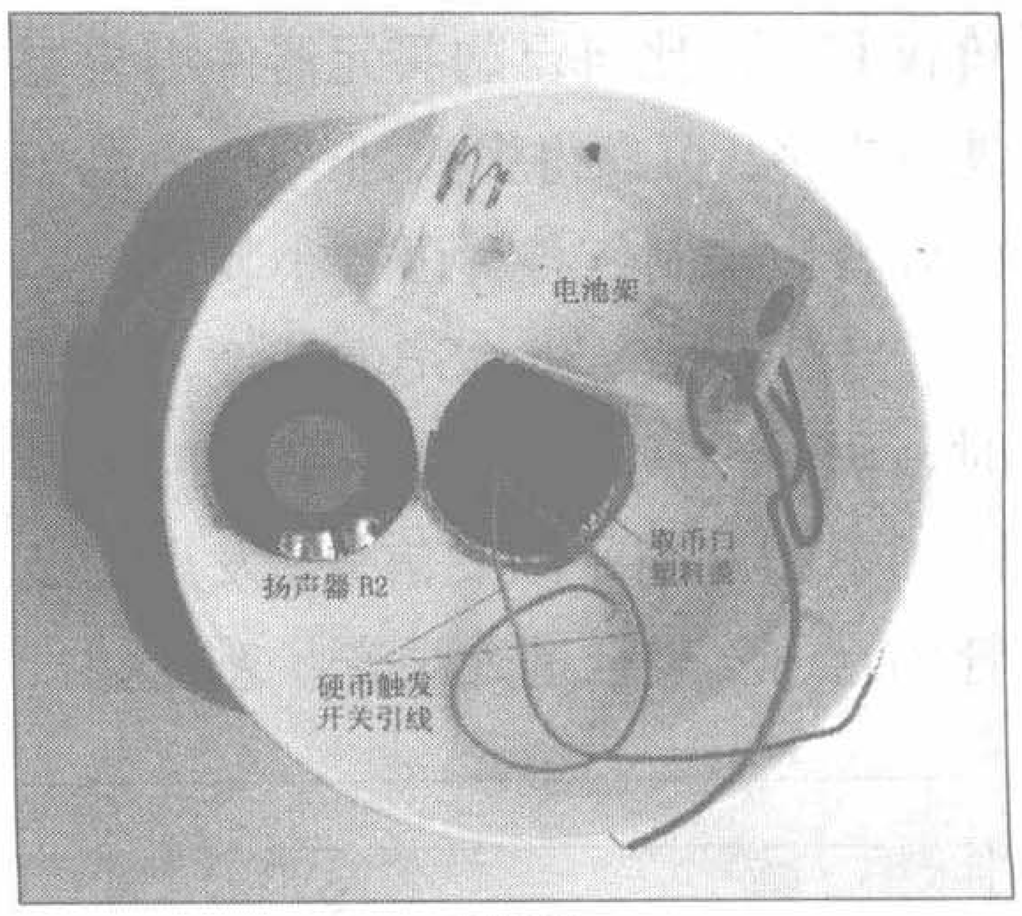


图11

最后，进行总装。先按照图12所示在语音录放模块IC上面焊接录音开关SB、驻极体话筒B1和发光二极管VD，并焊接两根长约20mm的元器件剪脚线，既作为接通扬声器B2的电

新型数码录放王系列制作套件

瑞金电子推出了新型超级数码录放王系列制作套件，可利用普通的电脑硬盘或笔记本硬盘来制作成一台具备强大的视频录像功能的全能数字化播放设备，可作为家庭电视录像、监控录像、海量影音存储器、移动硬盘、全能数码伴侣、硬盘MP3、硬盘MP4、硬盘DVD机、车载影音播放器等使用。

瑞金电子系列数字录像王套件共有三种型号，其中DTV-I，BR3000（见附图）需要配合笔记本硬盘使用，DTV-I比BR3000少数码伴侣功能，对只需要录像和播放功能的用户极为实用；BR3001可采用普通的台式电脑硬盘（3.5寸）作为存储媒介，并且可支持SD、CF卡的播放和录制，其配套硬盘价格便宜，综合成本比较低，但其体积要稍大（210mm × 115mm × 45mm），因此比较适合作为家庭录像机和海量影音库及数字播放器使用。

BR3000 外形图

以BR3000为例，该套件配合硬盘可实现的特色功能有：

1.超强视频录制功能

该机不仅具有一键即时录像功能，更有超强的定时录像功能，可同时设定多组定时录像时间，可被广泛应用于家庭电视、DVD录像使用，也可方便地外接摄像头，还可与摄像机连接，直接拷贝数字信号或录制输出模拟音视频信号，成为新型的“摄像机伴侣”。

2.具有海量存储功能的全能影音播放中心

如配置80G硬盘，可以录制或播放100多部电影或上万首歌曲。

该机可支持大多数的通用音视频格式文件，在视频方面，可兼容MPEG-1(AVI、MPG、DAT)，MPEG-2(AVI、VOB)，MPEG-4(AVI、ASF、XviD)，在使用时只要用外接的音视频线连接电视机，投影仪等即可播放；音频方面，可兼容播放MP3、WAV、AAC、WMA等。

3.视频采集功能

该机在对外接设备进行录制时，即可直接处理成数字化的AVI信号，可以作为一台移动的视频采集卡使用。

（相关供应信息见第70页广告）

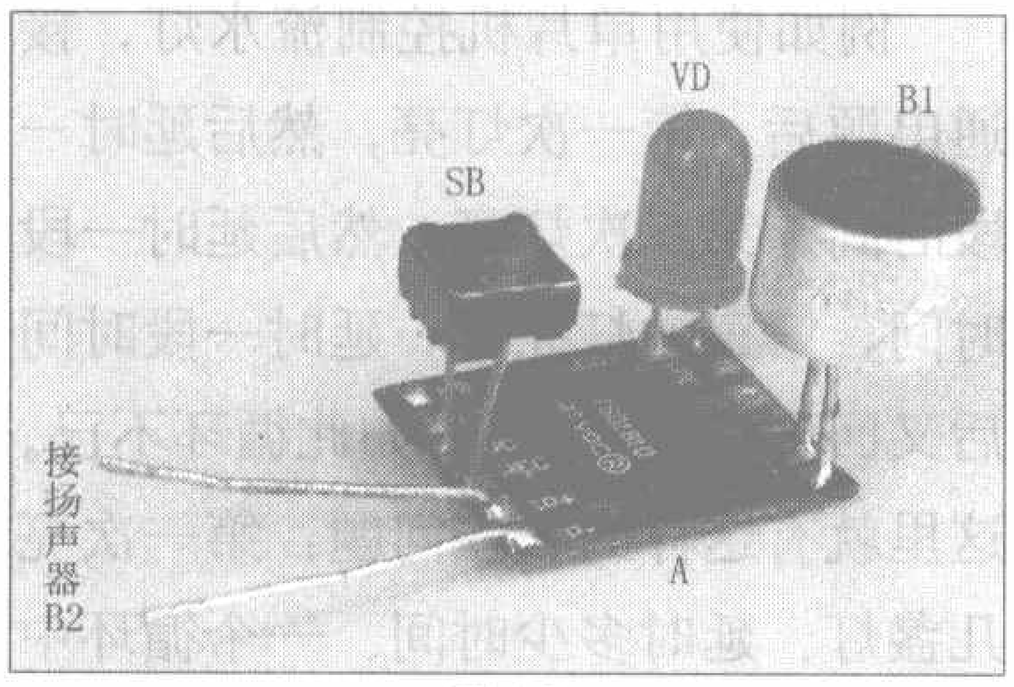


图12

线，又兼带固定语音录放模块IC。然后，对照图2所示的电路图，按图13所示将语音录放模块IC置于塑料广口瓶盖内部，焊接好扬声器B2的接线、电池架引线和硬币触发开关引线即行。焊接时注意：电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿语音录放模块IC上面的CMOS集成电路！

会说话的“金猪”储钱罐装配成功后，应首先录好音，然后再投入使用。

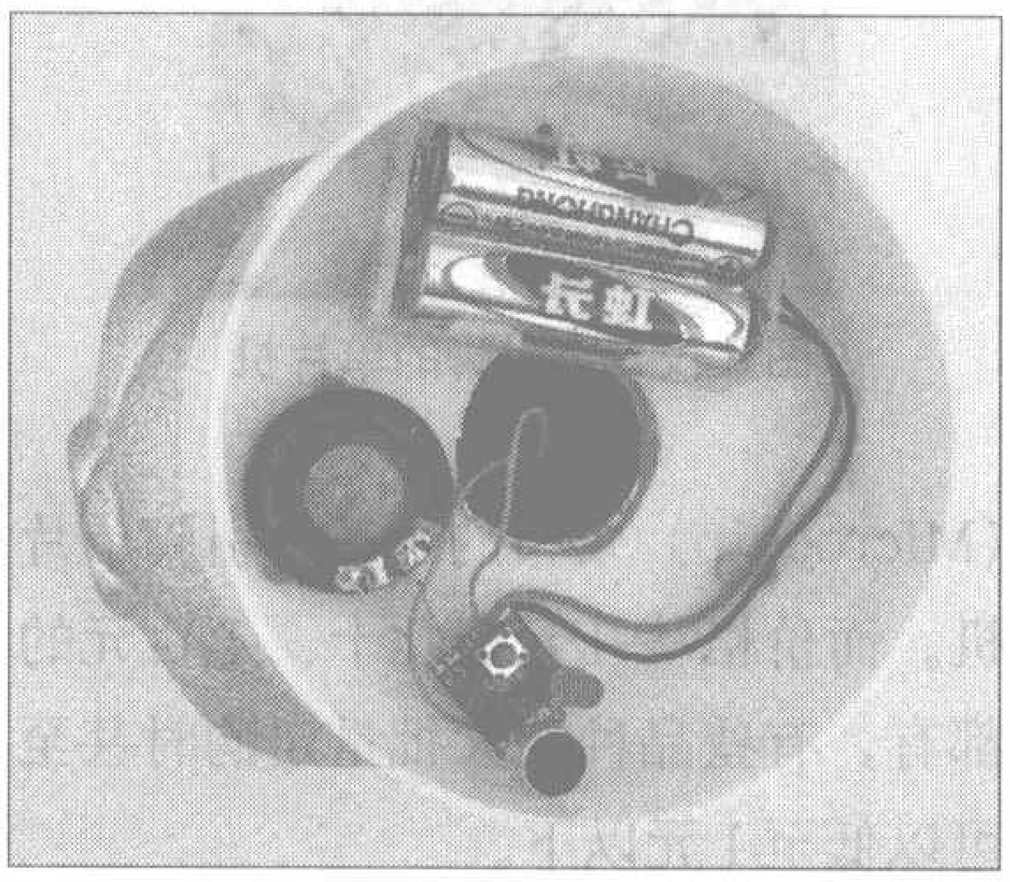


图13

录音时，注意按住录音开关SB的按键不松手，使发光二极管VD点亮后，即将驻极体话筒B1正对着音源进行录音。录音内容以“我是小猪猪，祝你天天快乐，多存硬币，福运连连！”、“你真是个节俭的好孩子……”等祝福、夸奖、鼓励性语言为主，紧接着以磁带放音机或电脑模拟声等为音源，录入一段欢快的小猪叫声、动听的儿童乐曲等。录音结束，可用小改锥“桥接”一下投币口处的硬币触发开关，则“金猪”就会发出一遍刚才所录制的声音。如对所录入的声音不满意，可重新录制。以后录音内容还可根据场合、使用者身份的不同等，随时进行更改。

顺便指出，读者购买来的语音录放模块IC，其录音时间一般为12s（缺省值），如嫌时间短，可将模块背面标注为R2（旁边同时标有ROSC字样）的120kΩ贴片电阻器，改换成为200kΩ，则录音时间可增大到20s。如果分别将R2改换成为80kΩ、100kΩ、160kΩ的贴片电阻器，则可对应获得8s、10s和16s的录音时间。但应注意，录音时间越短音质越好，录音时间越长音质越差。

初学单片机十问十答(上)

文/周 坚

1.什么是单片机?

简单地说，单片机就是一个小计算机系统。提到计算机，大家可能马上会想到“显示器、鼠标、键盘”，不过，这不是一个计算机的核心和关键，计算机的核心部分在一边的机箱里呢。打开机箱，可以看到，机箱里有主板、硬盘、光驱等。仔细观察主板，这上面有CPU、内存条、BIOS芯片，通常还有25针的打印机接口等，这些部件都是通过主板上的连线相互连接。

不论计算机复杂程度如何，它总是由运算器、控制器、存储器、输入/输出接口、总线这五个部分组成。通常运算器和控制器被做成一块芯片，也就是CPU(中央处理器)。在计算机主板上，内存条和BIOS芯片就是存储器，25针打印机接口就是输入/输出设备，而总线则被设计在主板上，即各部件相互连接的线路。

在一些应用场合，人们并不需要计算机完成十分复杂的运算，但却希望计算机小巧、可靠、价格低。于是人们就把组成计算机的这5个部分全部集成到一块芯片上，也就是说一块芯片就能构成一个独立的计算机，在当时的技术条件下，这是一件了不起的事情，于是人们就用这个特征来为之命名，称为“单片机”。

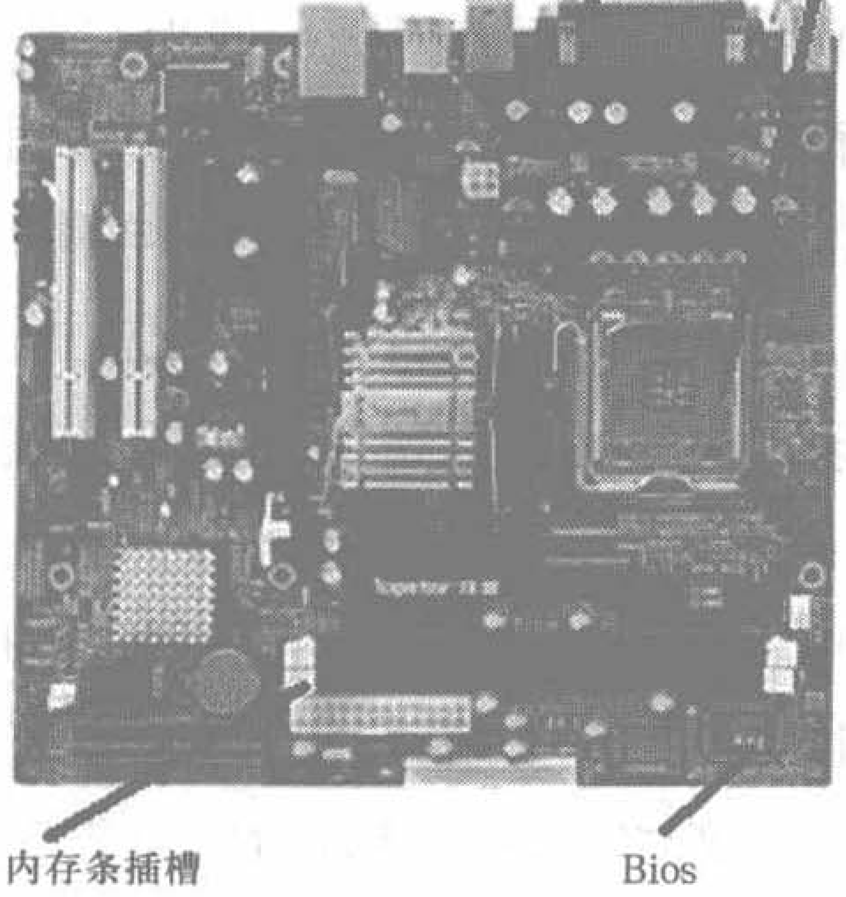


图1

将构成一个计算机所需要的5个部分全部都集成到一块芯片中，这块芯片的体积是否会很大、价格是否很高呢?并非如此。如果要把图1所示主板上的所有元件都集成到一块芯片中，那当然非常昂贵，可能技术上也无法实现，但很多单片机中所需要用到的功能完全没必要那么强大，因此很多单片机体积很小，价格也很低。如市场上常见的单片机有8、14、16、18、20、28、40、84等引脚，有些甚至只有6个引脚，图2是微芯公司(Microchip)发布的一款6引脚单片机。而价格从几元到几十、上百元的都有，有些品种在大批量定购时甚至可以低至1元以下。

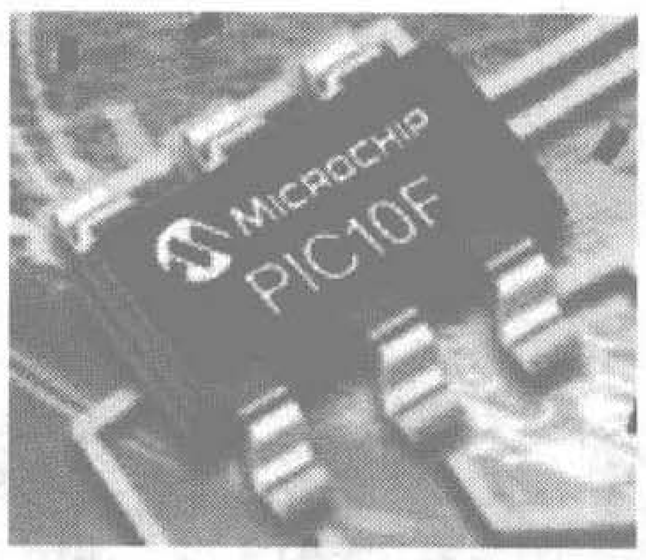


图2 仅6个引脚的单片机

刚接触到单片机的人往往会有个疑惑：既然人们已经有能力制造功能强大的计算机，为何还要生产些功能不强的计算机?其实，功能强弱并不是是否生产的决定因素，市场需要才是关键。比如，用来控制一台电冰箱的计算机显然没必要使用“奔腾”芯片的强大运算能力，只要进行非常简单的计算，作个比较，看一看温度是否在所控制区间之内，然后再做出相应的控制就行了。

单片机在人们的生活中、工农业生产设备中处处有应用，例如各定时装置、自动控制装置等。爱好者学习单片机应该注意观察事物，找到自己周围能够使用单片机的场合，从而将学到的知识应用到实际中去。例如，使用单片机技术改造传统的机电设备、在特定的场合使用单片机替代PLC等就有着广阔的应用前景。又如，使用单片机控制电扇、抽油烟机、空调等，从而制作出具有更强功能、能够通用的控制器，也是可以尝试的。

2.单片机程序的作用是什么?如何编写?如何写入单片机?

单片机程序的用途是让单片机“听话”，按人们所预定的设计完成一系列动作，最终实现一个特定的功能。

例如使用单片机控制流水灯，接通电源后，第一次灯亮，然后延时一段时间，第二次灯亮，然后延时一段时间，第三次灯亮……延时一段时间后又回到第一次灯亮，如此循环不已。这里就有这样的一些问题：第一次亮几盏灯、延时多少时间、一个循环中设置多少次不同的灯亮的情况……这些决定了流水灯的花样，流动的速度。对此，单片机显然没有自我判断能力，必须依靠人们给它“布置”任务，而它则是按人们的设计依次执行。

要让单片机“听话”，就要用单片机能够“听”懂的语言发布命令，单片机能够“听”懂的语言称之为“指令”。任何一种型号单片机能够接受的指令都是有限的，51单片机的指令条数为111条，而PIC单片机的指令仅

有35条。每一条指令完成一个最基本的动作，人们为了要完成一个特定的功能，就要将这些指令排列组合，成为一个指令序列，这就是程序。

指令的表示形式有两种：机器语言和汇编语言。以51为例，如果要让P1.0引脚变为低电平，用机器语言来表示就是 C2H,90H,将这两个数放进单片机的程序存储器中，单片机执行后，就可以让P1.0引脚变为低电平了；而要让P1.0引脚变为高电平，用机器语言来表示就是D2H,90H。至于为什么是这两个数字，大家没必要追究，这是设计这块芯片的设计工程师规定的，我们不能更改，只能学习。

C2H,90H就是一条指令，显然这样的指令形式是很难记忆的，编程也非常困难，于是人们使用了“助记符”来代替这些数字。例如C2H，90H的助记符是CLR P1.0，而D2H，90H的助记符是SETB P1.0，由于助记符采用了英语字母的缩写，有一定含义，因此比数字形式的指令易记、易用。使用助记符形式的指令来编写程序就称为“汇编语言源程序”。但是汇编语言源程序是没有办法直接送到单片机内部去的，使用助记符形式的指令编写的程序最终还是要变成为诸如C2H，90H、D2H,90H，这种形式的指令才能被送入单片机的程序存储器。将助记符形式的指令变为数字形式的指令的过程称为“汇编”。汇编有两种方法，

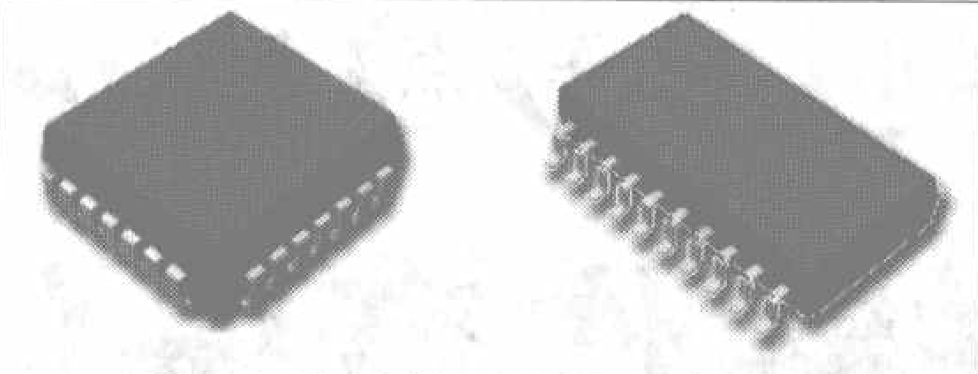
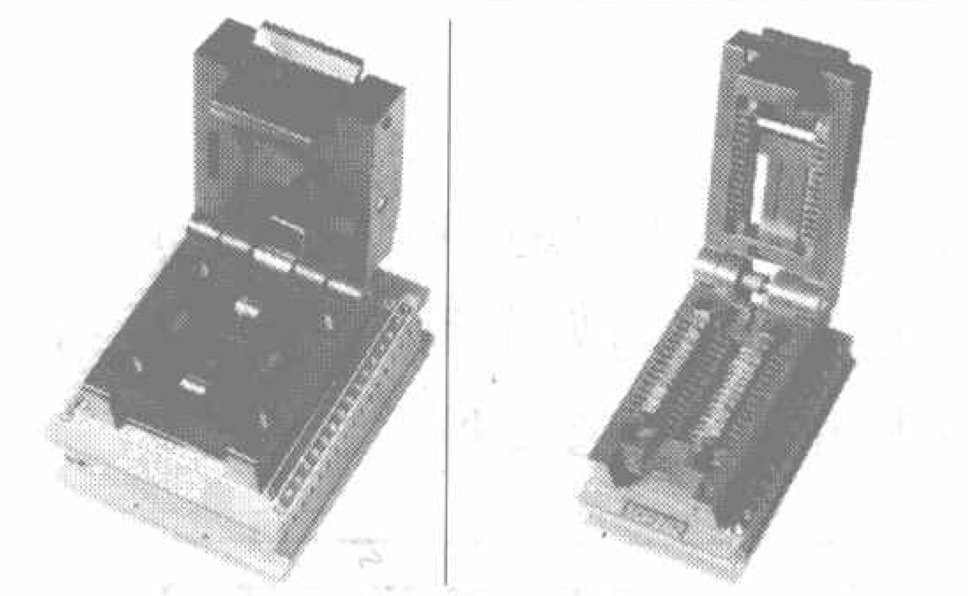


图4 各种封装形式的集成电路



QFN32 适配器　SOP28 适配器

图5 各种封装的编程适配器

一种是“手工汇编”，即人们通过查表的形式找到所写汇编指令的数字形式然后写下来；另一种是“机器汇编”，即编写好汇编语言源程序以后，使用一个计算机软件对这些源程序进行处理，从而得到数字形式的指令序列，这个指令序列通常被称为“机器码”，即可以直接被机器所执行的代码。

机器汇编后得到的数字形式的指令序列以一个文件的形式保存在磁盘上，这个文件的扩展名一般是HEX，即人们常说的HEX文件。得到了HEX文件后，就可以将其写入程序存储器中了。要将程序写入芯片，通常需要一个称为“编程器”的专用设备，在计算机上运行与之配套的编程软件，然后在这个软件中打开HEX文件，即可将其写入芯片中。随着技术的发展，编程方式越来越多，但总的概念是这样的。

3. 单片机编程器、仿真器、烧写器、下载线各是什么？有什么用处？

单片机编程器是用来将程序代码写入存储器芯片或者单片机内部的工具，图3所示是一个典型的编程器外形。图中黑色的集成电路插座，通过拨动手柄可以将置于其中的集成电路芯片锁紧或松开。编程时锁紧以保证接触良好，编程完毕松开，可以更换下一片芯片。

当芯片是双列直插形式时，直接插在座子上就可以烧写了，但如果遇到如图4所示的各种封装形式的芯片，又如何写烧写呢？一种方法是使用适配器，如图5所示是各种封装芯片所使用的适配器。

另一种方法是使用下载线。随着技术的进步，越来越多的单片机芯片开始支持“ISP”功能，即In System Programmer，在线可编程技术。利用这种技术，将空白的（尚未编程的）芯片直接焊在印制线路板上，利用预先留下的几个引脚即可对芯片进行编程，不必将芯片拆下来放到编程器上，因此，这给小批量制作带来了极大的方便，也省去了购买价格昂贵的适配器。如图6所示是使用下载线对芯片进行在线编程的示意图。

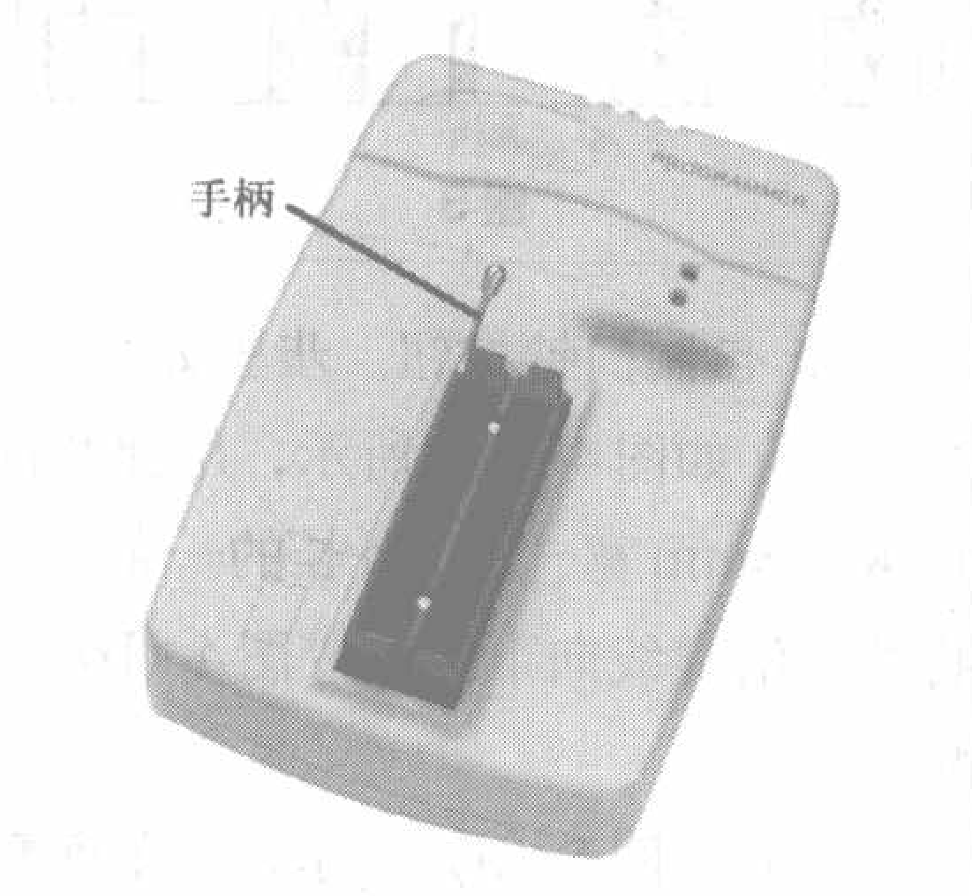


图3 编程器

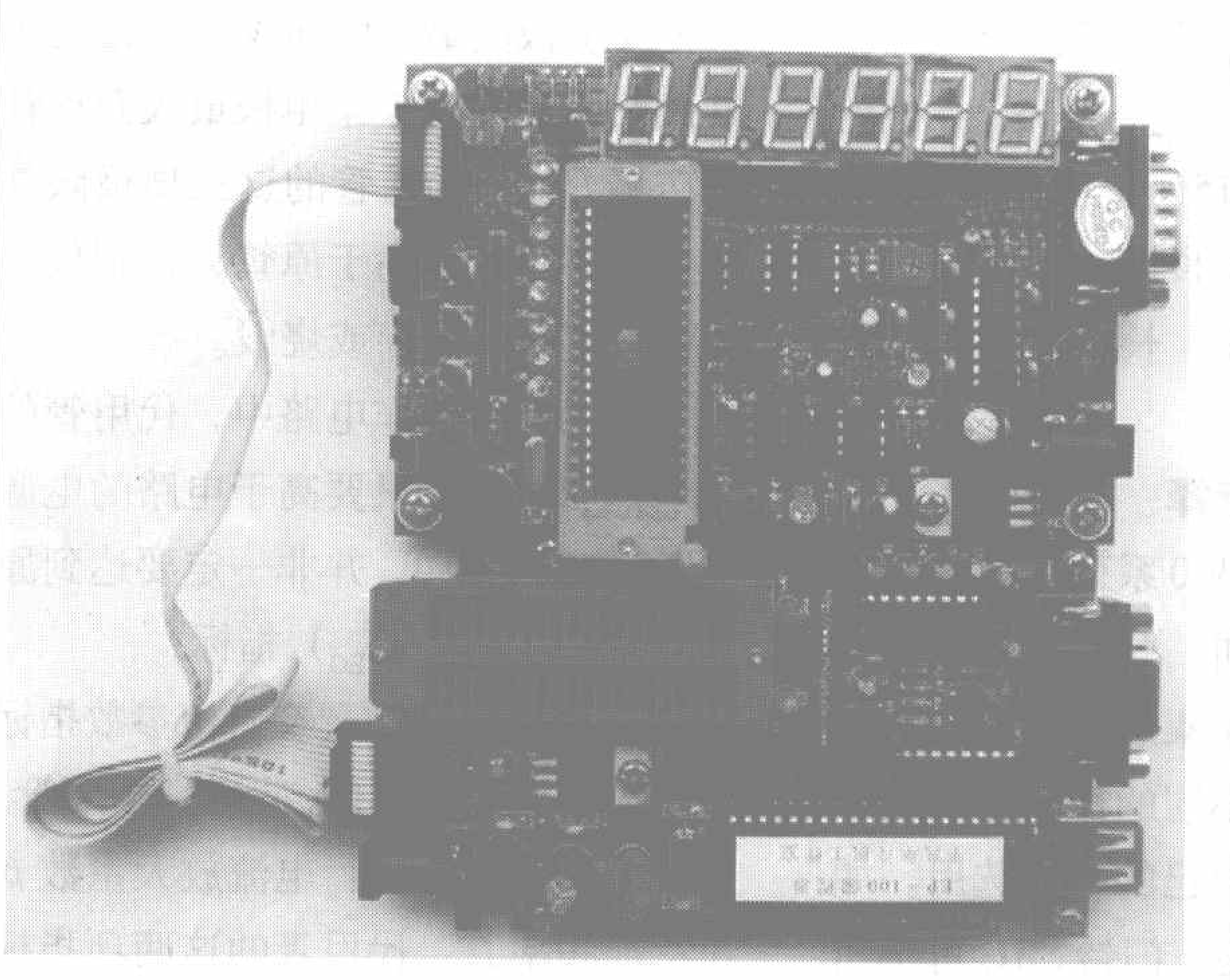


图6 下载线对芯片进行在线编程示意图

小制作点点通

怎样制作音乐门铃

文/莫 恩

音乐门铃是一个简单有趣的小制作，同时它又是一个实用的小制作。通过这个小制作，我们既可以掌握一些基本的电子知识和制作技巧，又可以为家里提供一个与众不同的门铃，由于是自己动手制作的，声音与外形当然不会像已有的产品那样千篇一律。

一、电路简要工作原理

音乐门铃电路如图1所示，由音乐集成电路IC、功放晶体管VT、扬声器BL和触发按钮SB等组成。当按下SB（即门铃按钮）时，音乐集成电路IC被触发，其产生的音乐信号经晶体管VT放大后，驱动扬声器BL发出悦耳的音乐声。选用不同的音乐集成电路，门铃即具有不同的音乐声。电容C的作用是防止误触发。

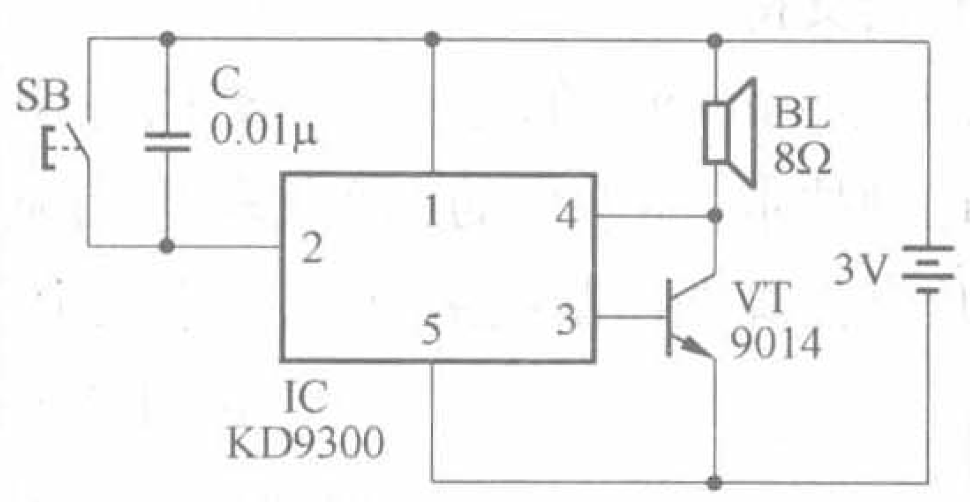


图1

电源采用两节5号电池。由于门铃的工作特点是需要长期待机，因此本电路不设电源开关。长期不用时，取出电池即可。

二、元器件选择

IC选用KD9300系列音乐集成电路，内储一首乐曲，触发一次播放一遍。9300系列音乐集成电路具有多个品种，分别储存不同的世界名曲或中国名曲，可根据自己的喜好选用。如果希望制作“叮咚”门铃，IC可选用KD153，内储“叮咚”门铃模拟声，触发一次可发出3遍“叮咚”声。以上音乐集成电路均为小印板软封装，封装结构相同，如图2所示。

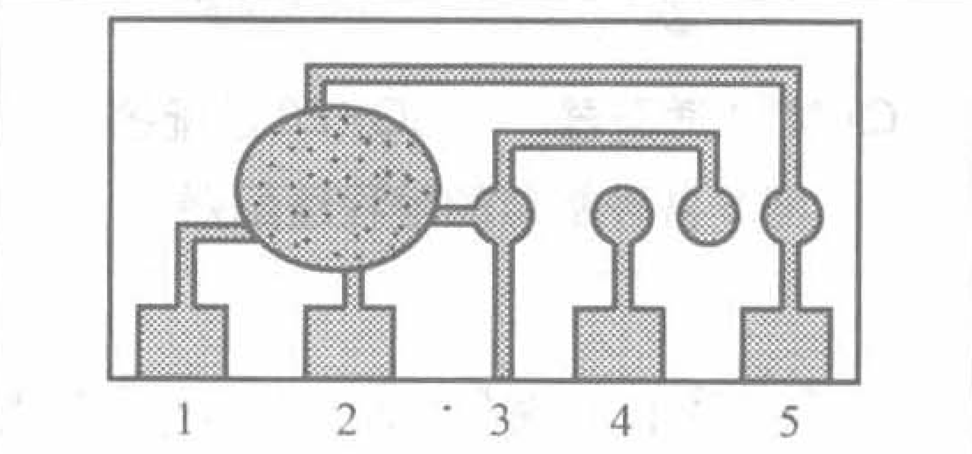


图2

扬声器BL选用8Ω微型扬声器。

晶体管VT型号为9014，也可用符合要求的其他晶体管代用。

晶体管的代用原则是：

1. 代用管必须与电路规定的晶体管导电类型一致。即NPN型的晶体管只能用NPN型的代用管，PNP型的晶体管只能用PNP型的代用管，否则电路将不能工作。

2. 代用管的各项极限参数指标不得低于电路规定的晶体管指标。晶体管主要的极限参数有三项：集电极－发射极间反向击穿电压BV_{CEO}或集电极－发射极间最高耐压V_{CEO}，集电极最大允许电流I_{CM}，集电极最大允许耗散功率P_{CM}。代用管的这三项极限参数必须都等于或高于原管，否则代用管将有可能被击穿或烧毁。

在低压小制作电路中，代用管的BV_{CEO}（或V_{CEO}）只要高于电路的电源电压2倍以上即可，并非一定要达到原管的BV_{CEO}（或V_{CEO}）指标。

3. 代用管的主要交直流参数指标应基本上与原管相似，或者高于原管。主要的参数有两项：电流放大系数β和特征频率f_T。代用管的这两项指标如过低，电路效果将大受影响，甚至不能正常工作。

4. 电路中对晶体管有具体要求或特殊要求的，代用管也必须能满足这些要求。例如：正向AGC管，只能用正向AGC管代用。

9014是NPN型硅晶体管，其V_{CEO}为45V，I_{CM}为100mA，P_{CM}为450mW，f_T为150MHz，β通常为80～200 。一般来讲以上指标不低于9014的NPN型硅晶体管均可代用。本电路中，由于晶体管VT的实际工作电流和电压均不高，因此事实上可用其他任何型号的NPN型小功率硅晶体管代用，例如3DG6、3DK7、9013等。

三、制作方法与步骤

1. 元器件安装。由于音乐集成电路（IC）为小印板软封装，而电路又较简单，因此无须另制电路板，可将晶体管VT和电容C直接焊接在IC的小印板上，如图3所示。

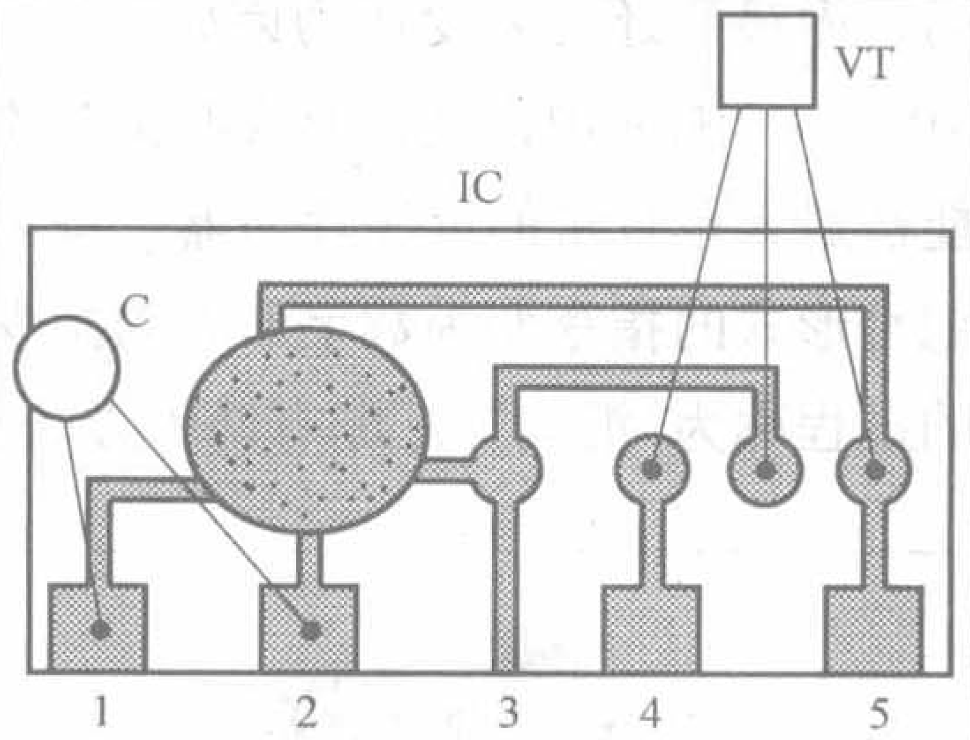


图3

2. 自制门铃按钮。步骤如下：

（1）如图4（a）所示，用弹性铜片剪成3mm宽、26mm长的一条，并将两端沿虚线向下折弯成图4（b）形状。

（2）如图5（a）所示，用单面敷铜板制成一个直径25mm～30mm的

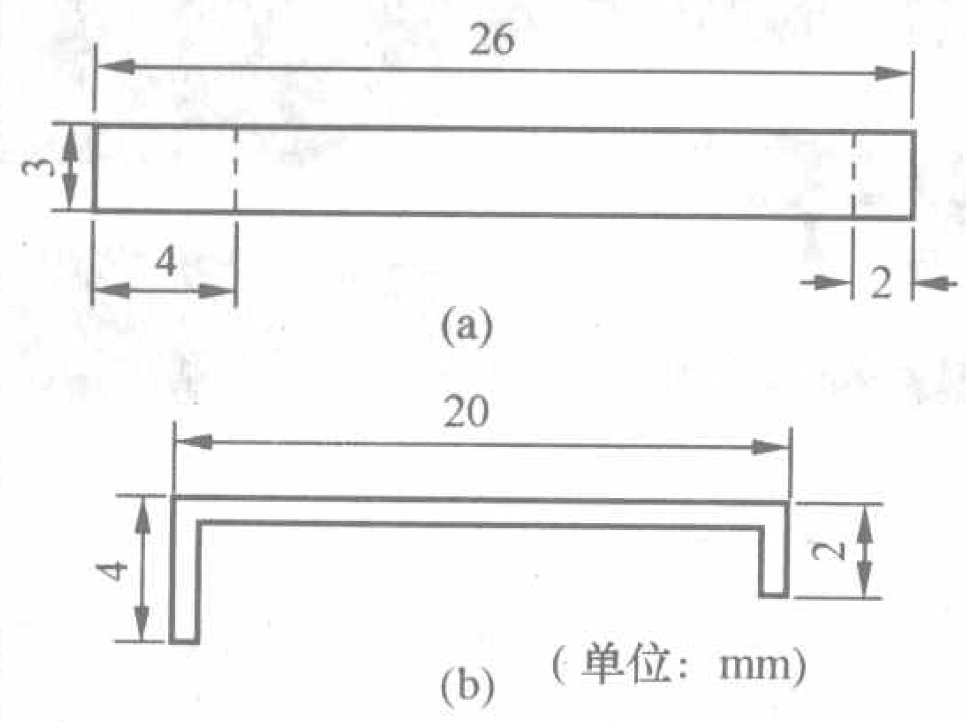


图4

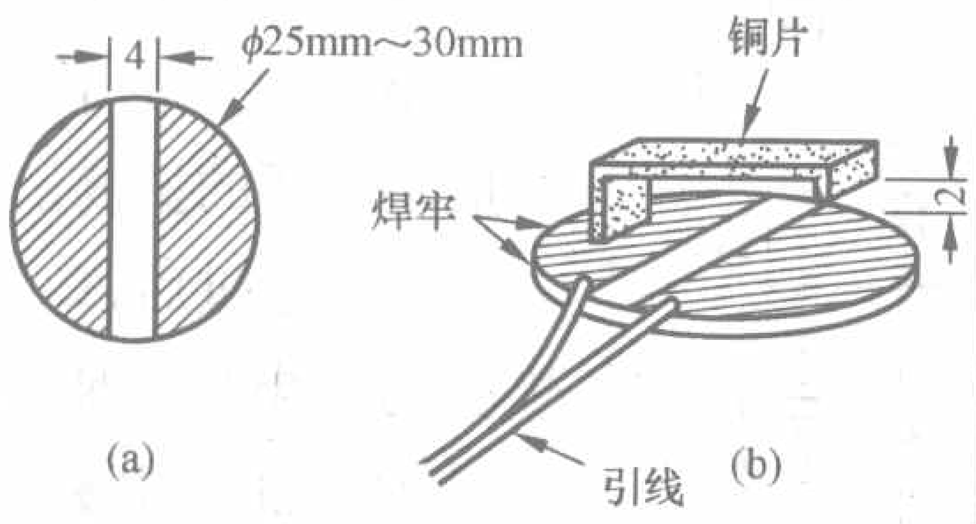


图5

圆片，用刀将其中间约4mm宽的铜箔刻除。将图4中制成的弹性铜片的一端焊牢在左半边的铜箔面上，弹性铜片的另一端与右半边的铜箔面相距约2mm，再从左、右两半边的铜箔面上焊出引线，如图5（b）所示。

（3）选择一个适当大小的塑料小盒作门铃按钮的外壳，在其上面开一圆孔作为按钮孔，在其侧面开一个小圆孔作为引线孔，如图6所示。

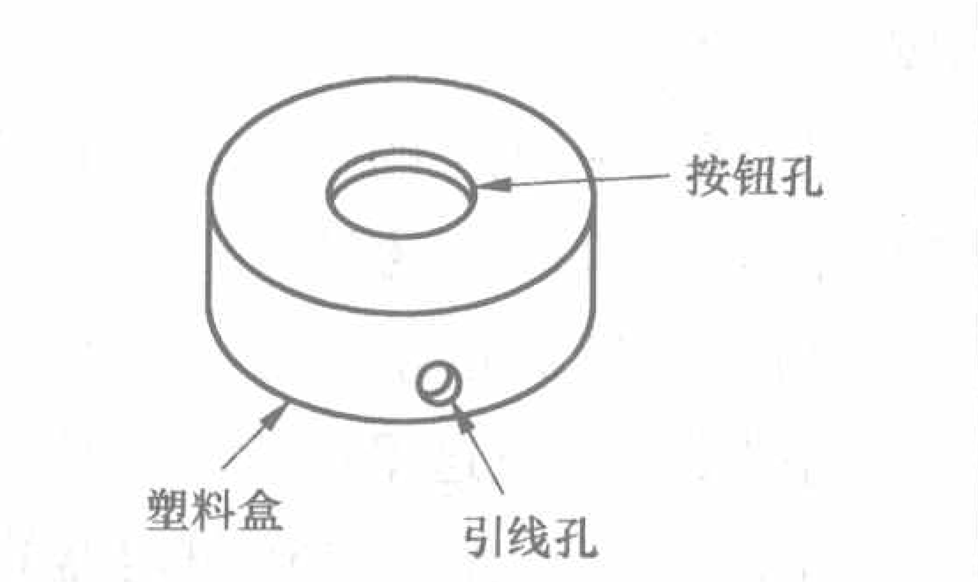


图6

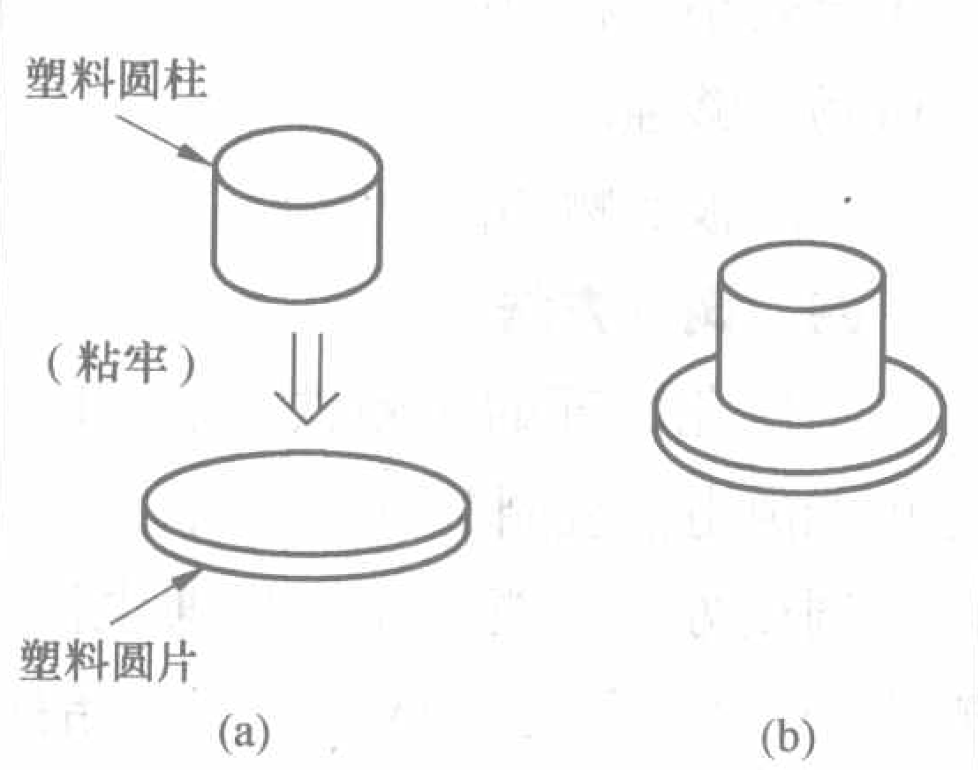


图7

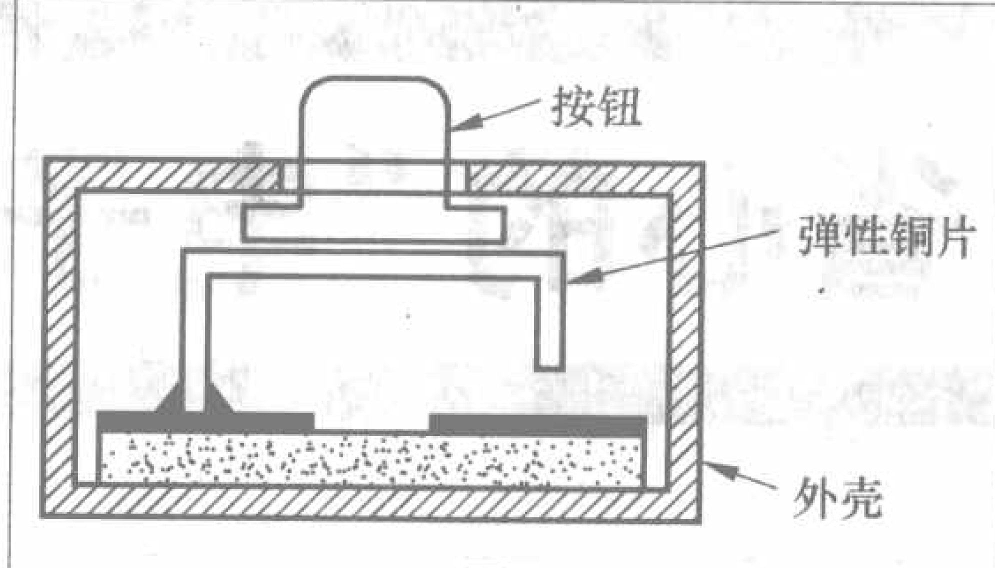


图8

（4）按图7（a）所示，将一塑料圆柱与一塑料圆片粘牢在一起，制成草帽状的按钮，如图7（b）所示。塑料圆柱的直径应比按钮孔略小。

（5）将图5中制成的按钮开关电路板装入外壳中，并将其引线从小圆孔中穿出，放上按钮，盖上盒盖，门铃按钮即制成，其内部结构如图8所示。

3．机芯组装。用两小节硬铜丝，将IC小印板与扬声器BL连接起来组成一个整体，如图9所示。这两小节硬铜丝既是扬声器的连接线，也起到固定IC小印板的作用。门铃按钮SB和电池盒均用软导线与IC小印板连接。

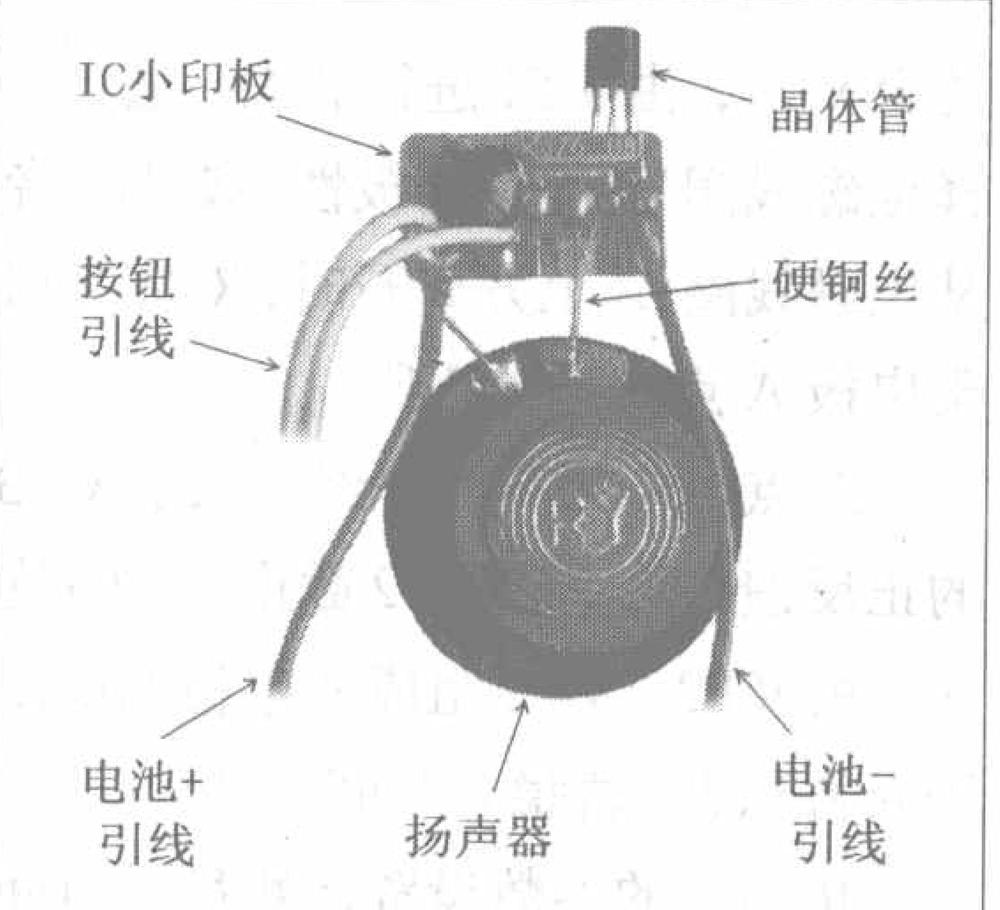


图9

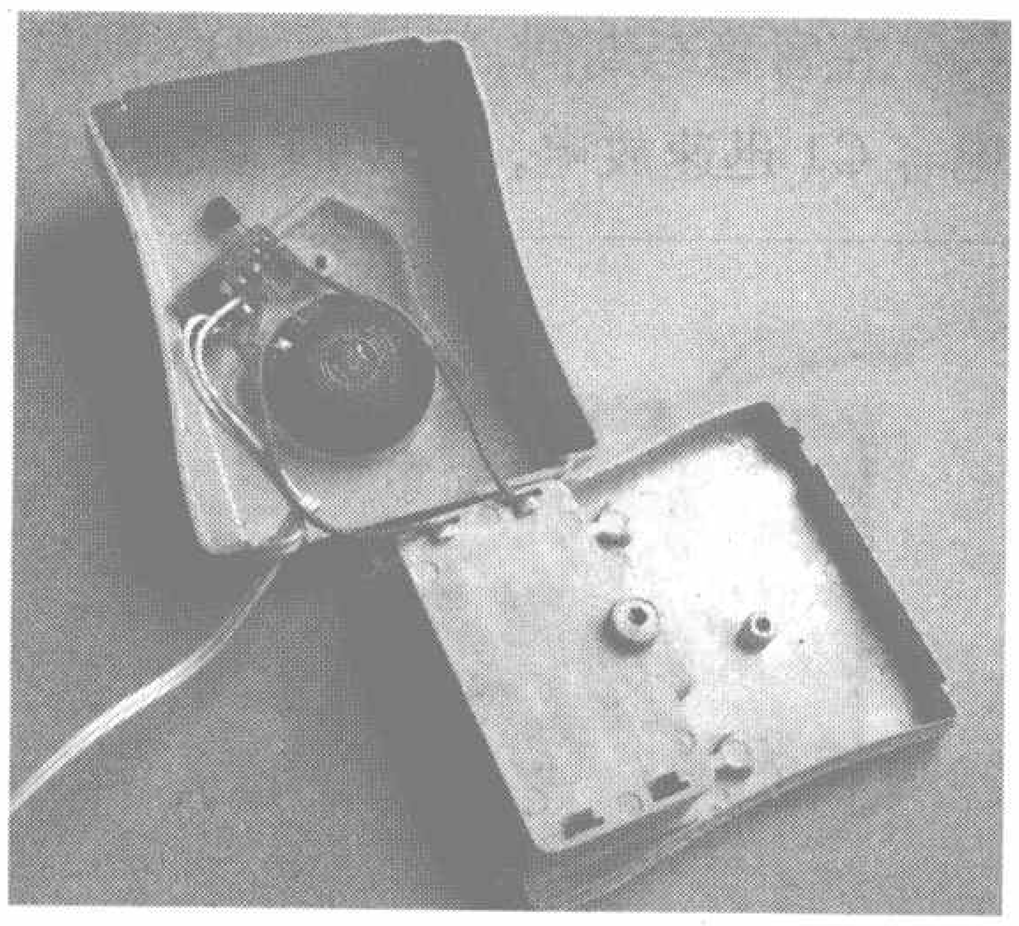


图10

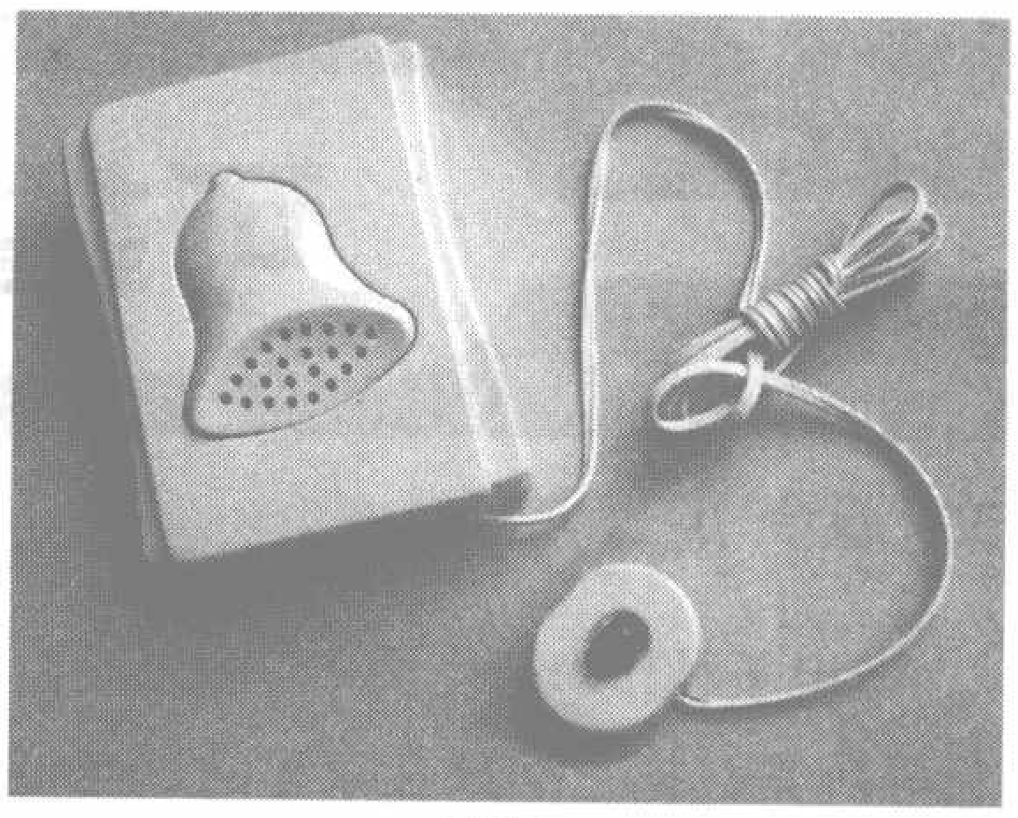


图11

4．制作外壳。选取或自制一个美观的、适当大小的塑料盒作为音乐门铃的机壳，如图10所示，将机芯固定在机壳中。制作完成的音乐门铃如图11所示。

四、安装使用

如图12所示，将门铃按钮SB用玻璃胶粘牢在门外旁边，其引线可从门缝中穿入。在室内门旁边适当位置钉个小钉子，如图13所示将装有电池的音乐门铃挂在上面，安装便完成了。

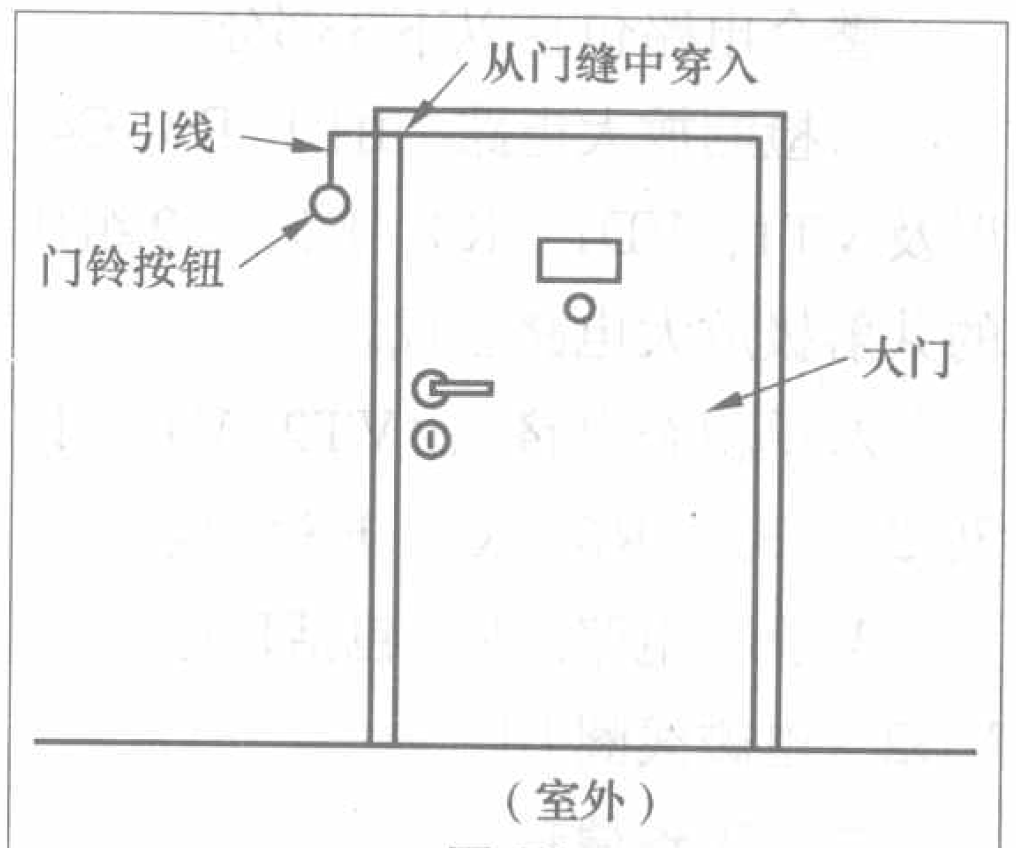


图12

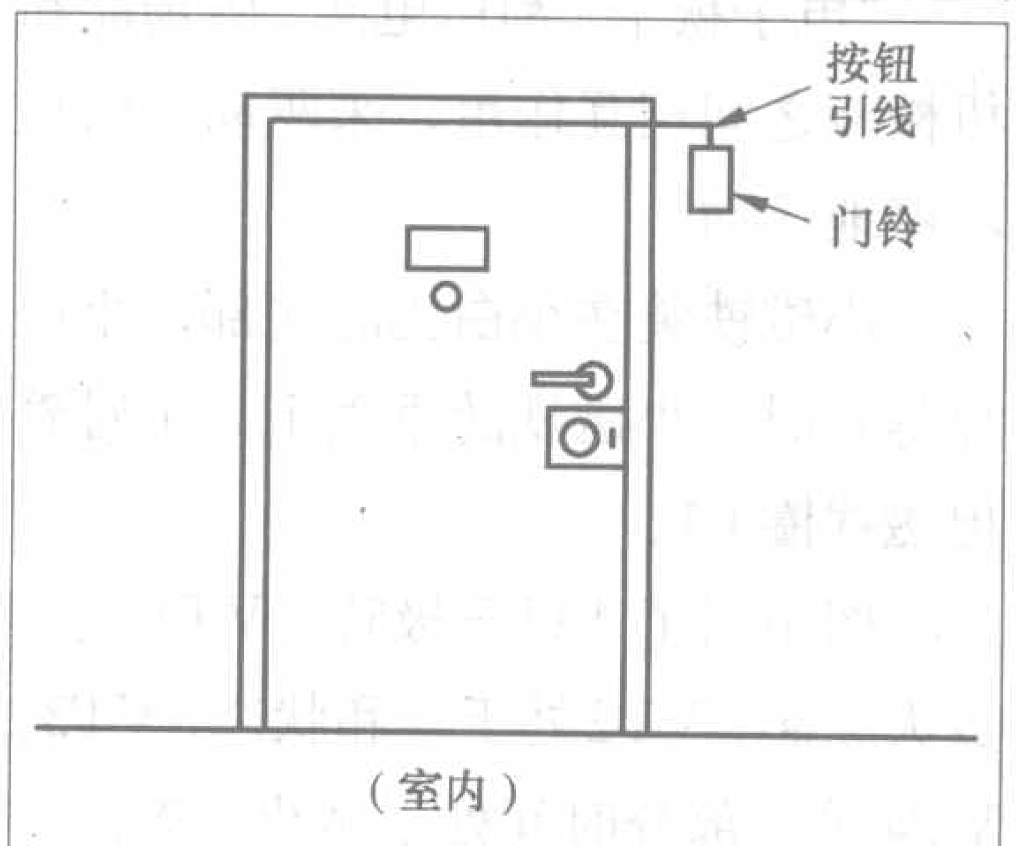


图13

当来客在门外按动门铃按钮SB时，电源被接通，室内的音乐门铃便发出音乐声或“叮咚”声，通知主人开门迎客。

可靠、省心的“电子秋千”

文/滕今朝

“电子秋千”制作简单，配以小白兔等玩具，把它摆放在家里的适当位置，可以给居室增添几分情趣。但笔者发现，有的“电子秋千”在长时间工作之后，变得不可靠，有的在使用时，要反复调节。经过一番尝试，笔者制作了这款可靠、省心的“电子秋千”。

本文设计的“电子秋千”，能够自动检测小白兔何时摆至最下方，并迅速产生磁场推斥力，推斥小白兔向高处摆动，抗干扰能力强。

一、电路的组成

笔者设计的电路如图1所示。

整个电路包括以下3部分：

1.检测放大电路：由L1、R3、C4，以及VT1、VD1、R4、R5、C2组成的共射极放大电路组成。

2.单稳态电路：由VT2、VT3，以及C3、R2、R6、R7、R8组成。

3.驱动电路：主要包括R9、VT4、VD2、电磁线圈L1 。

二、工作原理

“电子秋千”利用电能、磁场能和机械能之间相互作用，来驱动小白兔不停地摆动。

小磁铁装在小白兔的底部，小白兔静止时，小磁铁的垂直下方正对着电磁线圈L1。

图中用了4只三极管，VT1处于放大状态，VT2处于饱和状态，VT3、VT4绝大部分时间处于截止状态。

这里巧妙地利用电磁线圈L1，既作驱动器件，又兼作检测元件。大部分情况下，L1中没有电流通过。当小白兔从电磁线圈L1上方经过时，电磁线圈L1感应出电压信号，由R3、C4

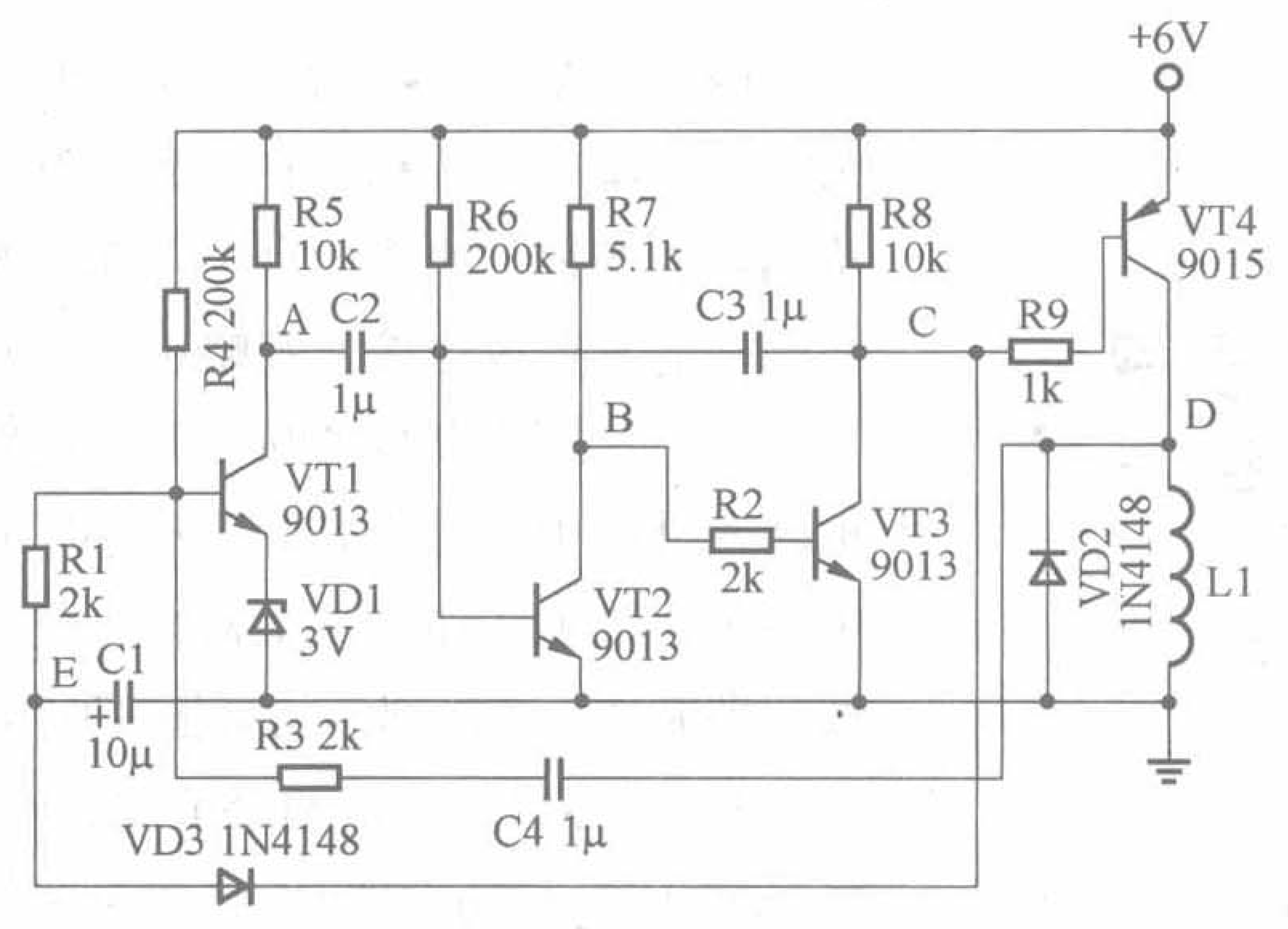


图1

传至VT1，由VT1进行放大。适当选择电磁线圈L1的两端极性，使小白兔从电磁线圈L1上方离开时，对应VT1集电极A点的电位下降。

A点电位的下降，经VT2、VT3的正反馈作用，使VT2截止、VT3饱和，由VT2、VT3组成的单稳态电路进入暂稳态。暂稳态时间由R6、C3决定，按图中的参数设置，暂稳态时间约0.5秒。

在暂稳态期间，C点为低电位，使驱动管VT4饱和导通，驱动电磁线圈L1产生与小白兔的磁铁极性相同的磁场，小白兔在磁场的推斥力作用下，继续摆动。

在暂稳态期间，二极管VD3导通，电容C1迅速放电，使VT1基极的电位降至不足1V，VT1截止。这就避免了从电磁线圈L1来的干扰，整个电路也不会形成不必要的振荡。

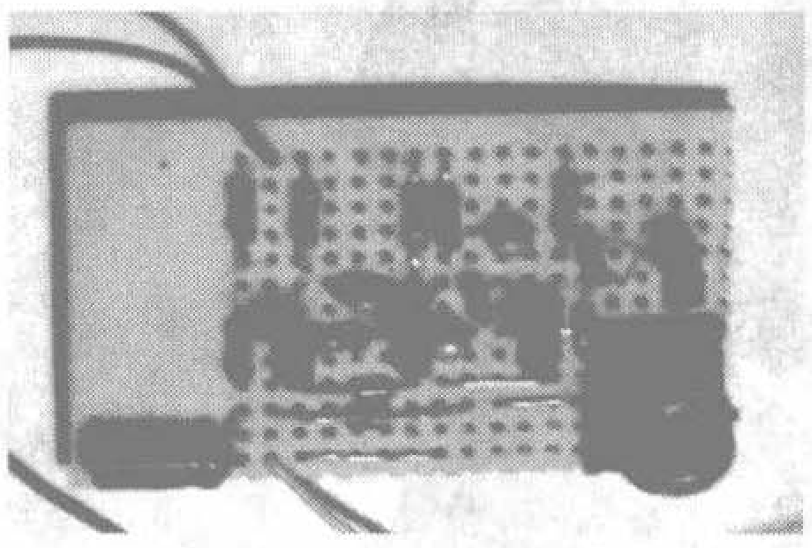


图2

暂稳态过后，C点恢复为高电位，驱动管VT4截止，电磁线圈L1没有电流通过，不产生磁场。

此时二极管VD3截止，电容C1被充电，使VT1基极的电位逐步上升，达到3.7V时，VT1再次进入放大状态，为下一次工作做准备。显然，这段延迟时间由R4、C1决定。

在延迟时间内，由于VT1未导通，电磁线圈L1没有电流通过，不产生磁场。

三、元件选择

元件的参数已经在图中标注。电阻均选0.25W。

安装在小白兔上的磁铁，选用市售圆柱形钕铁硼超强磁铁。

电磁线圈L1可购买“电子秋千”专用的线圈。不过这里推荐一种好方法，可以利用市面出售的5V继电器的线圈，去掉铁芯。当然要保证线圈工作电流较小，在70mA以下，且产生的磁场足够强。

电路板实物如图2所示。

四、调试方法

小白兔底部的小磁铁在静止时，尽可能离电磁线圈L1近一些。

调试方法非常简单，接通电源，轻推小白兔，”电子秋千”即开始摆动。

自己动手安装

简易场效应管－集成电路直放式收音机

文/赵世平

自己动手安装收音机，是大多数业余无线电爱好者乐此不疲的事情，也是高低频模拟电子线路入门者很好的课题。目前国内讲收音机制作方面的无线电入门书籍虽然多，但使用的一些电路过于陈旧。有些元件，例如高阻耳机之类的元件目前很难买到。还有一些电路很简单实用，而且经常有套件供应，例如D7642单片AM收音机集成电路安装的简易直放式收音机，但D7642等集成电路在有些地方也不太好买，而且选择性较差，噪声较大。

不久前，笔者购得一本书《无线电收音机及无线电路的设计与制作》，该书原作者是日本的铃木宪次老先生。这本书由浅入深地讲解了包括矿石、再生式、直放式、超再生式和超外差式收音机的制作，还讲解了各种频率变换和无线发射电路的制作，全书清晰易懂，电路新颖，实用性强，实为提高高频电子线路动手能力的一本好书。美中不足的是：书中电路虽新颖实用，可是书中电路使用的元件多是在日本容易买到而国内未必能买到的，译者也没有注明这些元件的替代方法，使得这本书在国内的实用性下降了许多。

笔者参照书中的电路，结合国内元件的实际情况，重新设计电路，并对原电路的不足之处作了一些修改。本文先介绍自己制作的一台使用场效应管和集成电路的直放式中波收音机，经试听，效果满意，灵敏度和选择性都高于一般的直放式收音机，噪声小，元件在国内也容易买到，比较适合无线电初学者制作。以后还将陆续介绍一些收音机电路。

图1所示是本收音机的电路，它是典型的直放式收音机电路，由调谐回路、高频放大级、检波级和低频放大级组成。

本收音机电路没有使用普通的晶体三极管进行高频放大，而使用高输入阻抗、低噪声、高跨导和高增益的结型场效应管2SK192A进行高频放大，有效地减少了高频放大级对LC调谐回路Q值的影响，使得本机的选择性明显高于一般的直放式收音机，灵敏度也不低。低噪声的高频放大级还有效地减小了整机噪声，使得本机的噪声小于目前市售的袖珍集成电路中波收音机。同时本机电路使用集成电路LM386进行低频放大，大大简化了电路，使得制作和调试更加容易。

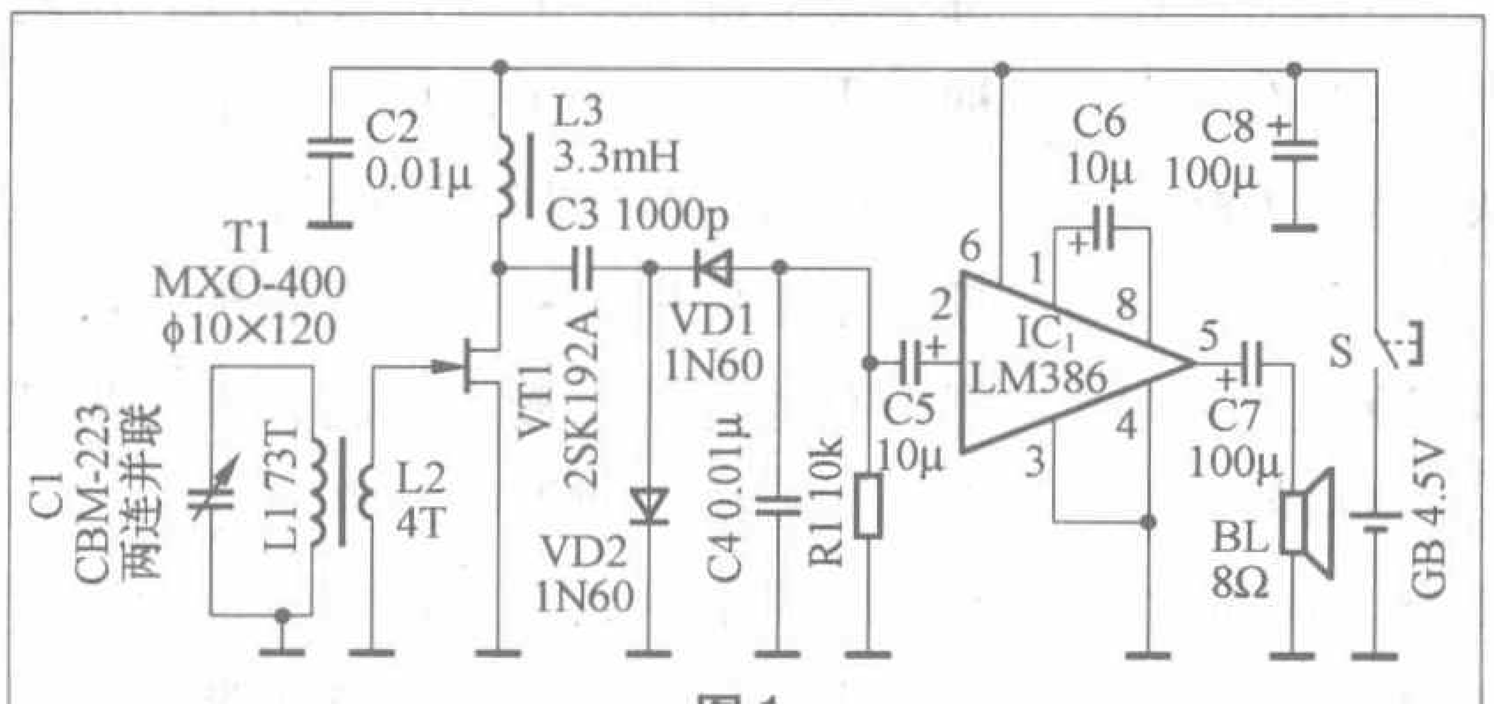


图1

工作原理

本收音机电路中，磁性天线T1中的L1接收电台信号，L1和C1构成LC调谐回路，起到选台作用，选中的电台高频调幅信号通过L2耦合到由场效应管VT1构成的高频放大器，高频放大后的高频调幅信号由VD1、VD2和C3构成的倍压检波电路进行检波，检波后的信号经过C4滤除残余高频成分后，音频信号通过R1和C5耦合到由集成电路IC1（LM386）构成的低频放大器，放大后推动扬声器放音。

目前在城市中，电台密集，电磁干扰源多，这些干扰源对抗干扰能力本来就比较差的中波调幅信号干扰十分严重，提高收音机的选择性对于提高中波收音效果十分重要。直放式收音机本身选择性比较差，为了提高选择性，笔者使用了一个非常规的电路设计：虽然场效应管高放输入阻抗很高，但笔者仍然没有将高放级直接与LC调谐回路连接，而是像晶体三极管高放级一样，通过L2耦合，L2与高放级连接，而且L2的匝数很少，只有4匝。

笔者使用匝数很少的L2与高放级连接，L2再与天线线圈L1耦合，L2的匝数很少，距离L1又比较远，它本身接收电磁波的能力就很弱，这样就有效地抑制了本地强力中波电台信号的干扰，同时进一步减小了高放级对调谐回路Q值的影响。使用这种电路设计以后，本收音机的选择性得到了进一步提高，在笔者所在的城市没有发生明显的串台现象。

元器件选择

磁性天线T1是本收音机的关键元件，它的制作好坏直接影响到直放式收音机的灵敏度和选择性，笔者选用直径10mm、长120mm（也可用140mm～160mm）的MXO-400中波

磁棒，废旧收音机中拆出的塑料线圈管，L1使用直径0.25mm的漆包线绕73匝，L2使用同样的漆包线绕4匝，L1和L2之间距离10mm，效果满意，灵敏度和选择性都不错。

磁性天线使用塑料线圈管有助于提高LC调谐回路的Q值，如果没有塑料线圈管，可以用薄塑料片卷成，使用AB胶粘合，薄塑料片可以从废旧塑料透明资料夹上剪下，如果使用纸质线圈管，要用较厚的牛皮纸卷成，用普通合成胶水粘合（不宜用浆糊）。绕好后，塑料线圈管可以先用无水酒精擦干净并晾干，然后使用聚苯乙烯胶水涂复一遍，纸质线圈管要用石蜡或者蜂蜡煮至没有气泡冒出为止，这样可以进一步提高线圈的稳定性。

磁性天线如果使用多股漆包线或者纱包线绕制更好，但是多股线目前难以购买，初学者使用多股线容易导致断股或者线头虚焊，反而大大降低性能，所以笔者推荐用较粗的单股漆包线绕制，漆包线直径在0.21mm以上就可以了，更粗一点也可以。

磁棒可以在磁性材料商店购买，也可以从废旧收音机中拆取，但一定要锰锌铁氧体材料的中波磁棒。磁棒越长越好，如果买不到较长的磁棒，也可以选用较短的，这时L1的绕制匝数要随之增加：长度50mm的磁棒，L1绕96匝；长度70mm～100mm的磁棒，L1绕82匝；如果磁棒较细，L1还要多绕一些。注意如果磁棒较短，绕制磁性天线的漆包线就不能太粗了，否则会绕不下。

L1和L2在磁棒上的位置要注意，L1的中心位置距离磁棒一端应该接近磁棒全长的1/4～1/3，这样L1的Q值较高；L2要尽量放在靠近磁棒一端处，这样L2本身接收电磁波的能力就会很弱，可以抑制本地强力中波电台信号的干扰。图2是笔者安装的本收音机的磁性天线。

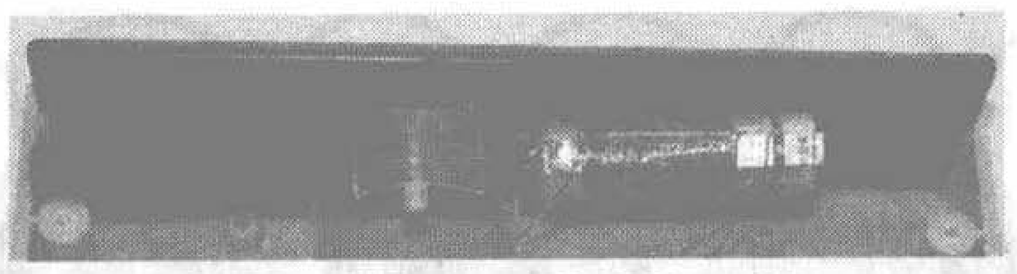


图2　本收音机的磁性天线

C1选用目前较容易买到的CBM-223P差容双连，这种双连目前仍然用来制造袖珍收音机，它的两连最大容量分别是141pF（天线连）和60pF（振荡连），并自带两个微调电容器，使用时将两连并联起来使用，最大容量约为200p，并将两个自带的微调电容器容量调到最小。

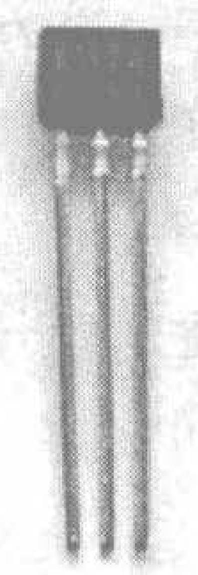


图3 2SK192A的元件外形

VT1选用2SK192A，Y级、GR级或者BL级不限，2SK192A的引脚排列次序是：印有元件型号的一面面向自己，引脚从左至右依次是：漏极(D)、源极(S)和栅极(G)。图3是2SK192A的元件外形。

如果买不到2SK192A，可以用2SK168或者3DJ7代用，但因为3DJ7的夹断电压$V_{GS(off)}$绝对值较高，要保证VT1工作在正常放大的工作区域，电源电压最好用9V，另外3DJ7的跨导$|y_{fs}|$小于2SK192A，高放级增益较低，灵敏度可能会受影响。本收音机中VT1工作于零栅偏压，如果使用3DJ7代用2SK192A，因为3DJ7不宜工作在零栅偏压，最好将一个1kΩ左右的电阻和0.01μF的电容并联，然后串联在源极和地之间。

VD1和VD2可选用1N60、1N34或者2AP9、2AK1等任何锗材料检波二极管或开关二极管，IC1选用LM386或者任何兼容型号的集成电路，LM386的引脚排列次序是：元件型号正对自己，左下角为1脚，按逆时针方向依次为2～8脚，左上角为8脚。

L3是高频扼流圈，可选用1mH～3mH的市售成品电感。电阻电容没有特殊要求，C2、C3和C4宜用瓷片电容，C5、C6、C7和C8均使用普通电解电容，耐压16V就可以了，C7和C8容量大一些更好。扬声器推荐用市售立体声耳机（如电脑用的耳麦）或者无源小音箱，将两个声道并联起来使用，笔者就是这样做的，笔者没有给本收音机设计音量调节电位器，就是因为很多市售立体声耳机本身就带有音量调节电位器，扬声器用8Ω普通小型扬声器也可以。电源用3节5号电池。

制作与调试

由于本收音机使用了集成电路，集成电路的引脚之间的间距较小，使用刀刻法制作电路板有些难度，推荐初学者使用市售万用实验板焊接电路。目前市售的万用实验板有两种，如图4

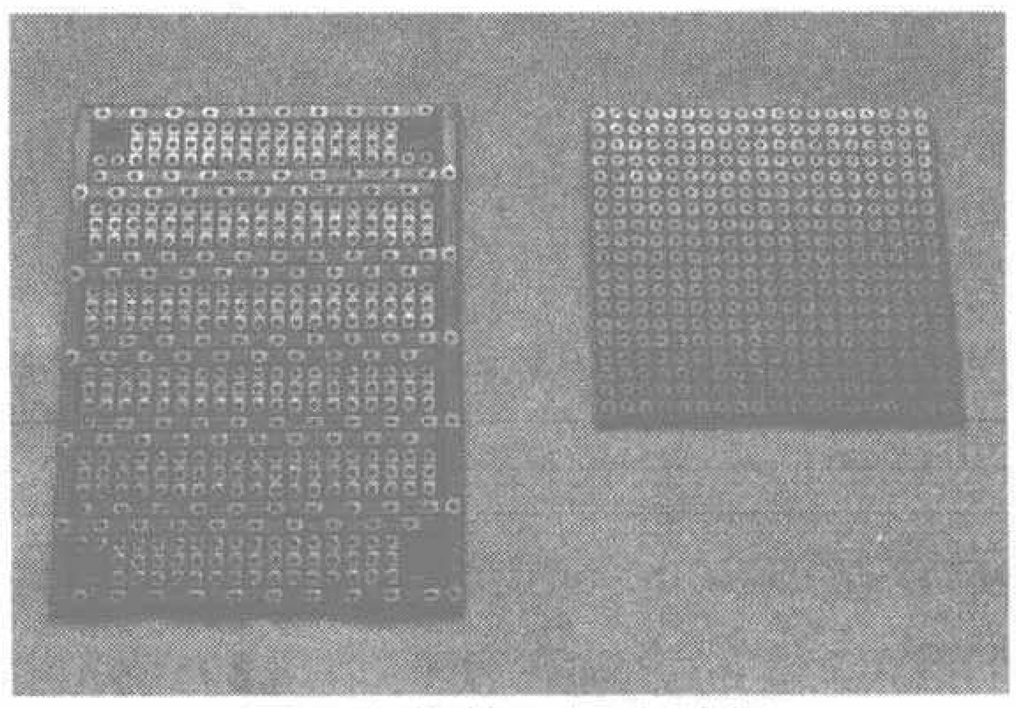


图4 市售的万用实验板

所示，图4左边是每列有几个焊盘连接在一起的万用实验板，这种万用实验板上一般有专门的地线（图中万用实验板边缘铜箔就是地线），图4右边是每个焊盘都独立的万用实验板。这两种万用实验板都可以用，但推荐使用前一种，这样可以省去很多连线，在高频电路中使用这种万用实验板，可以将所有地线都连接在一起，以尽量减少地线阻抗，使得电路更稳定。

图5是笔者在万用实验板上焊接的本收音机电路的元件布置情况。

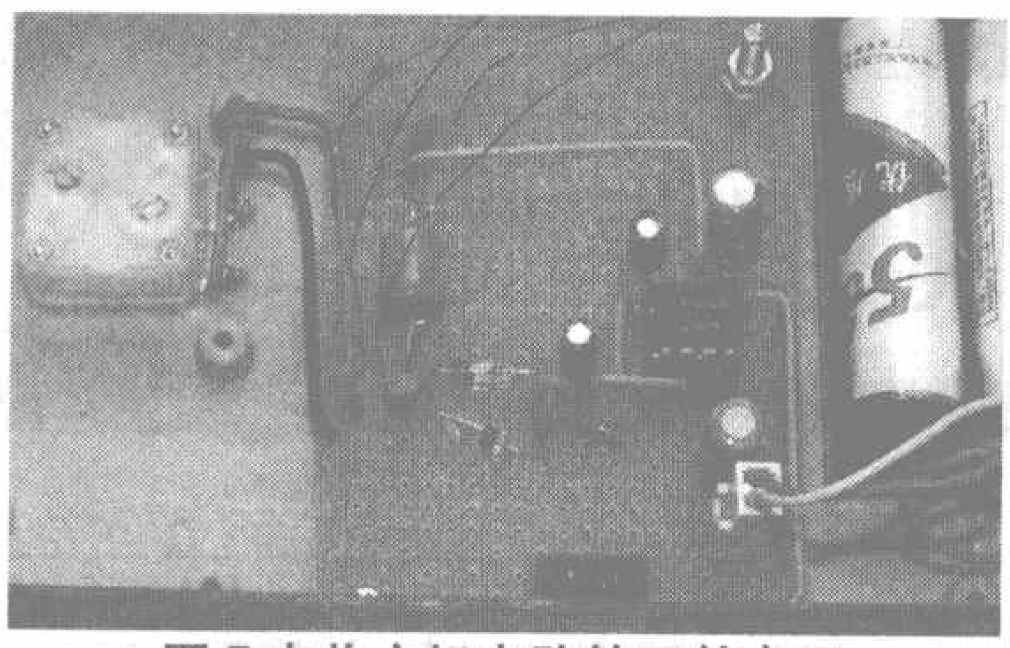


图5本收音机电路的元件布局

安装时，集成电路IC1最好使用插座，以方便装拆。还要注意L3不要距离磁性天线过近，以防自激。机壳可以选用各式有机玻璃或者塑料盒，笔者选用的是一个市售的塑料机箱，选用有机玻璃糖果盒子、塑料调料盒之类的盒子也很好，只是不要选择金属盒子，C1、磁性天线和电池夹都可以直接固定在机壳上。图6是笔者安装的本收音机内部整体结构。

本收音机几乎无需调试，只要元件良好，安装无误，通电就响，移动L1在磁棒上的位置，使得接收频率范围符合535kHz～1605kHz的中波频率范围即可。

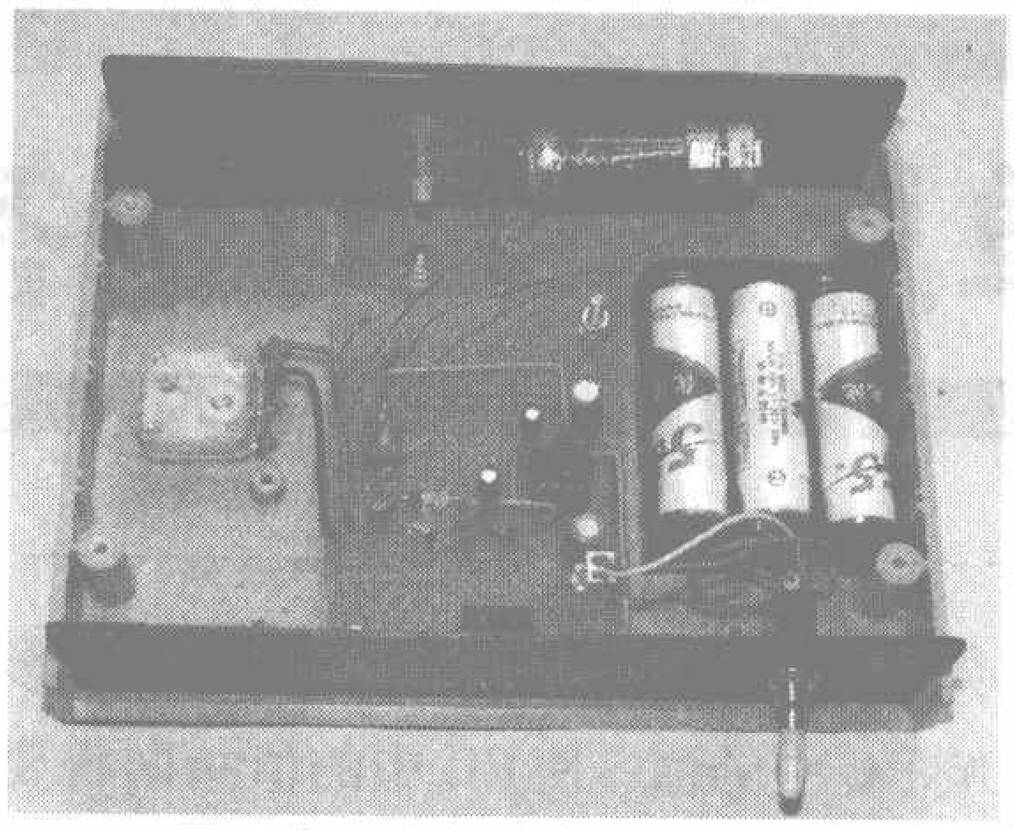


图6本收音机内部整体结构

如果出现自激啸叫声，可在LM386集成电路7脚对地连接一个2.2μF～10μF的电解电容，并在5脚对地连接一个0.01μF电容，一般都可以消除。如果还自激，可能是VT1性能不良造成，可以换一个管子。

如果在远电台区域需要外接天线，可以将外接天线通过一个10pF～30pF的电容连接到C1定片上即可。

笔者将本收音机接上一对无源小音箱试收听，白天本地的4个中波电台全部都能收到，晚上收到的电台更多，基本无串台现象，音质清晰，没有市售袖珍集成电路中波收音机的较大“沙沙”噪声，收听效果满意。

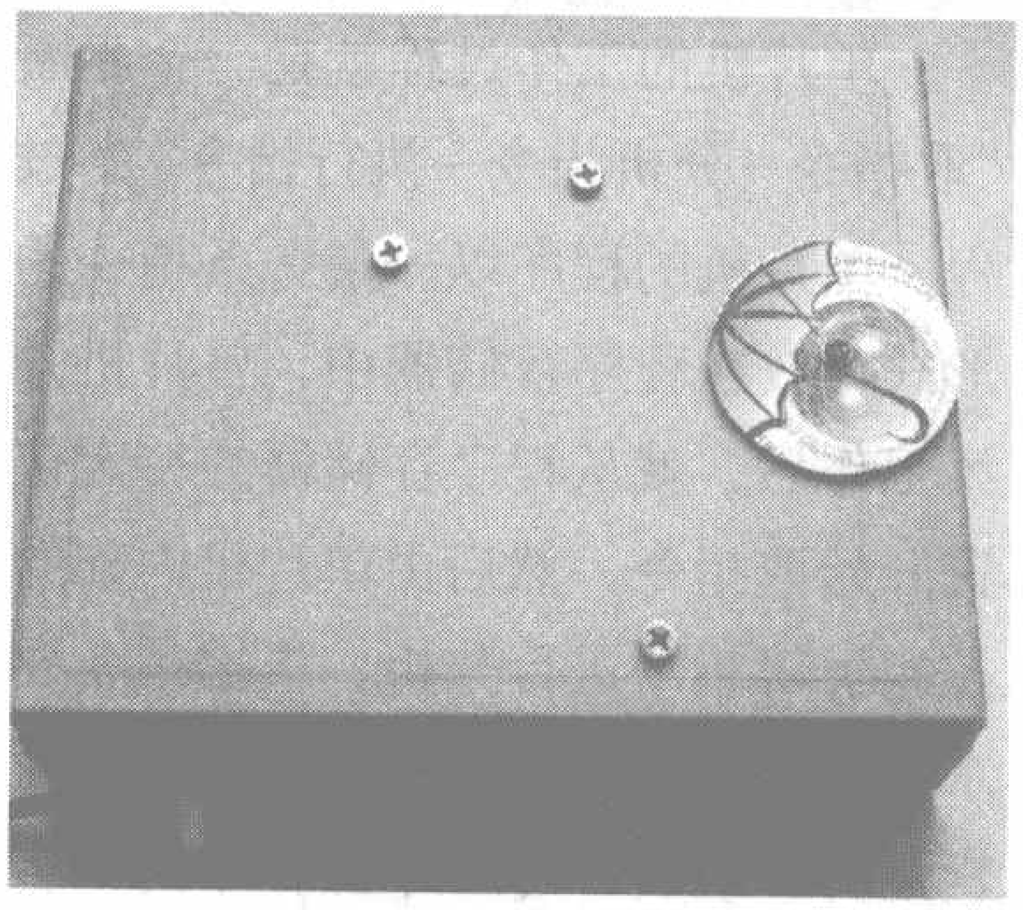


图7本收音机外形

图7是笔者安装的本收音机外形，其中调谐旋钮是笔者用一块废塑料电话充值卡剪成的。

《无线电》杂志社推荐书目

品牌推荐 89488 《无线电》2001-2005年合订本（2CD-ROM） 邮购价：40元／套

新书上架		邮购价
15709	看图学修电磁炉	26元／本
15940	实用无线电遥控电路	34元／本
15693	怎样识别和选用集成电路	22元／本
15515	电动自行车电气故障诊断与维修	17元／本
畅销图书		**邮购价**
15129	触摸屏与PLC入门	35元／本
15195	监控组态软件和PLC入门	37元／本
15231	新编电工实用线路200例	20元／本
14091	《无线电》家电维修精汇	35元／本
14021	无线电问与答精汇	41元／本
13545	无线电制作精汇（2）	38元／本
13544	无线电元器件精汇（第2版）	38元／本
13424	无线电识图与电路故障分析轻松入门(第二版)	35元／本
13435	无线电元器件检测与修理技术轻松入门(第二版)	35元／本
14260	例说8051	39元／本
15197	零起步轻松学电子测量仪器	22元／本
15127	数字电视知识解读	28元／本
14781	图解电力拖动系统电路	22元／本
15615	怎样识别和检测电子元器件	23元／本
14427	怎样看数字电路图	23元／本
12537	看图学电工技能	34元／本
12337	电子节能灯与电子镇流器的原理和制造	32元／本
11814	识读无线电电路图快速入门	26元／本
11826	彩色电视机单元电路应用与维修手册	44元／本
11819	无线电遥控组件及其应用电路	26元／本
12263	通用集成电路的选择和使用	25元／本
06131	怎样看无线电电路图(修订本)	17元／本

强势品牌		邮购价
2-75	《无线电》杂志及增刊	
2003-2006年第1～12期，2007年第1～12期		6.8元／本
9020052	《无线电》2005年增刊	28元／本
2003年增刊	大屏幕显示器电路解说及维修方法	28元／本
2002年增刊	国产彩色电视机电路解说及维修资料	25元／本
2001年增刊	进口彩色电视机维修资料	28元／本
2000年增刊		6元／本
《无线电》合订本		
14164	2005年上册 28元／本　14165 2005年下册	28元／本
12887	2004年上册 28元／本	
11940	2003年上册 28元／本	
11854	《无线电》2006年合订本上册	28元／本
11855	《无线电》2006年合订本下册	28元／本
82-590	《高保真音响》	
2003-2005年部分期，2006年第1～12期，2007年第1～12期		15元／本
9020021	《高保真音响》2002年增刊	28元／本
光盘产品		**邮购价**
89497	长虹最新彩电电路图集（2CD-ROM）	40元／套
2399	创维最新彩电电路图集（CD-ROM）	40元／套
788024	5.1声道DVD质量样版试机碟（1DVD）	38元／盘
68147	国内外名厂扬声器资料汇萃（CD-ROM）	40元／套
00010	《高保真音响》1994-1998年合订本（4CD-ROM）	110元／套
010013	新型彩色电视机原理与维修（15VCD）	300元／套
0030910	VCD/DVD视盘机原理与维修技术讲座（10VCD）	200元／套
040038	最新打印机工作原理及检修（4VCD）	80元／套
990006	彩色电视机实用维修技术（8VCD）	144元／套
990004	冰箱实用维修技术（4VCD）	72元／套
020015	空调器实用维修技术（6VCD）	108元／套

邮购方法：请将购书款汇至北京市南区崇文区夕照寺街14号A座，收款人：《无线电》杂志社，邮编：100061，请在汇款单附言中注明书号及册数（如购买杂志请注明年份及期数，如要挂号购买杂志请另加3元挂号费），联系电话：(010)67134097-24。

初学单片机十问十答（中）

文/周 坚

4.单片机是如何工作的？

单片机的工作过程就是一个不断“取指令－分析指令－执行指令”的过程。单片机的程序以一条一条指令的形式存放在程序存储器中，单片机开始工作后，就从程序存储器的特定位置开始取指令，然后由单片机内部的控制器对指令进行分析，根据指令要求，进行“取数、送数、算术运算、逻辑运算、跳转”等基本操作中的一种或几种，这些操作都在一个规定的周期中完成，执行完了以后，到下一个存储器单元中取指令，重复刚才的操作（当然，这些要执行的操作具体内容可能跟上一次不一样了），如此不断重复，直到断电为止。这里所说的“存储器特定位置”、“规定的周期”等与单片机的型号有关，下面以51系列单片机为例来说明。

在51系列单片机中有一个名为PC的寄存器（就是用来存数的一个容器），在单片机复位后，这个寄存器中的内容被置为0000H。单片机内部的控制器总是根据PC寄存器中的值去相应的程序存储器单元取指令，因此，开机后，将从0000H单元取第一条指令，分析执行。同时，PC值将作相应的调整，指向将要执行的下一条指令的位置，下一条指令的位置在哪里呢？对于51单片机来说，一条指令可能占用一个字节、二个字节或三个字节，如果第一条指令是单字节指令，取完第一条指令以后，PC的值就会变为0001H，因此，第一条指令执行完毕以后，将从0001H单元中取出第二条指令来执行，以此类推。如果程序是顺序执行的，PC的值将始终不断增加，如果程序中有跳转指令，该指令将影响PC中的值，使PC中的值指向将要执行的下一条指令所在地址单元。这种跳转既可能是正向的，例如由0000H跳转到0030H，也可能是反向的，即往回跳转，如由200H跳转到100H。正是由于指令可以影响到PC中的值，才使得程序可以实现“分支”、“循环”等各种功能。那么，执行一条指令的时间又是多少呢？对于51单片机来说，指令执行时间有三种可能：单周期、双周期和四周期。不管一条指令需要做多少工作，都必然在规定的时间内完成。

5. 8位、16位、32位单片机中的“位”指什么？

8位、16位、32位是指单片机的“字长”，也就是一次运算中参与运算的数据长度，这个位是指二进制位。以8位为例，8位二进制的表达范围是00000000～11111111，即十进制的0～255，即每次参与运算的数据最大不能超过255；16位机的字长是16位，其数据表达范围是0～65535，即每次参与运算的数据最大不能超过65535；32位单片机的字长是32位，其数据表达范围是0～4294967295，即每次参与运算的数据最大不能超过4294967295。

8位、16位、32位与单片机的性能密切相关，通常32位机的性能要高于16位机，而16位机的性能又要高于8位机。为什么会这样呢？这要从两个方面来分析。第一，位数不同，运算效率不同。对于8位机而言，由于在一次运算中的每一个数都不能超过8位，因此即便如100+200=300这样的运算，它也不能一次完成，因为300已超过了8位所能表达的最大范围（255），因此，要对这样的一个式子进行运算，就要编写一段程序，将运算分步完成，最后合成起来得到一个正确的结果。而如果采用16位单片机来运算的话，那么一次运算就够了，显然分步完成所需要的时间要远远大于单步完成所需要的时间。同样道理，当某个运算的结果或者中间值大于65535时，16位机也不能一次运算，要分步实现它，而32位机则可以一次运算完成。第二，商业因素。通常运算能力越高，表示这个单片机性能越强，当然，价格高一些人们也可以接受，有了价格空间，生产商通常都会在这些芯片中提供更多的其他功能，使得芯片的整体性能得到更大的提升。典型的单片机中，80C51系列、PIC系列、AVR系列都是8位单片机，80C196、MSP430系列是16位机，而目前非常热门的ARM系列则是32位机。

6.自学单片机必备的硬件设备有哪些？

学习单片机，除了需要电脑以外，还需要以下的一些器材。

（1）实验板（图1）

如果你对单片机还一无所知，那么自制或者购买一块实验板是比较好

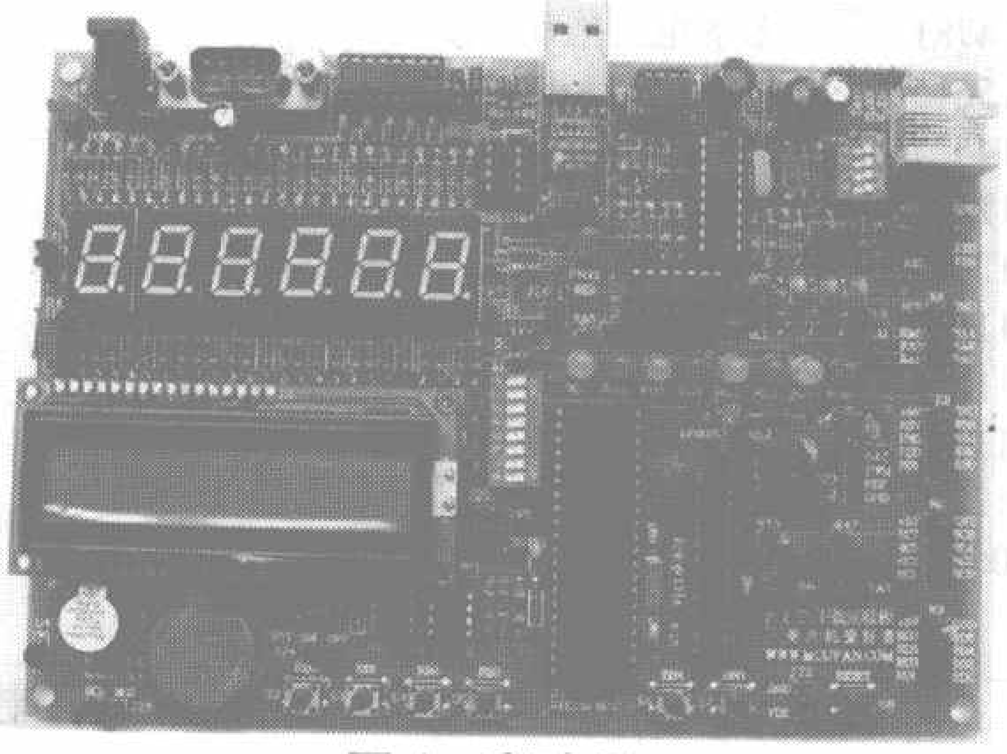


图1　实验板

的选择。通常在实验板上会设计一些开关、LED指示灯、数码管、各种接口芯片等常用器件，通过对这些器件的编程练习，逐步掌握单片机的编程技术。

(2) 仿真机（图2）

仿真机的用途是替代电路板上的单片机芯片，仿真机通过串行口、USB接口等方式与PC机联机通信，接收PC端控制软件发出的指令，以单步、过程单步、全速运行等各种方式来执行程序，以单步或过程单步方式执行程序时，每次执行完程序后可以将执行的结果反馈到PC端的控制软件中显示出来。由于单片机编程时必须要明确每一条指令执行完毕后会有什么样的结果，弄清实际运行后的结果是否与设想的结果相符，因此，仿真功能对于单片机的学习和开发可以起到很重要的帮助作用。

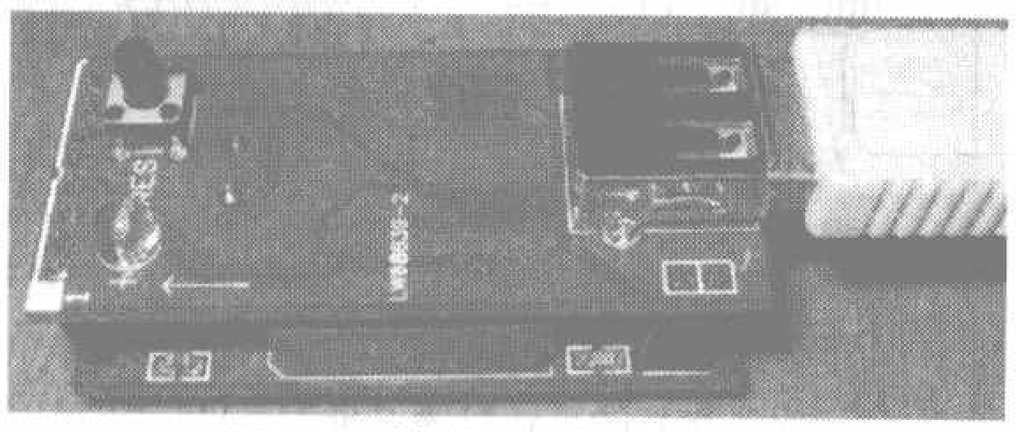


图2 一款小巧的 仿真机

(3) 编程器或者下载线（图3）

其用途是将代码写入单片机芯片内部。对于学习者来说，有了仿真机也可暂时不配编程器或下载线，因为有了实验板、仿真机就可以做实验了。但是建议配置一台，这样可以对单片机开发的各个环节都有所了解。

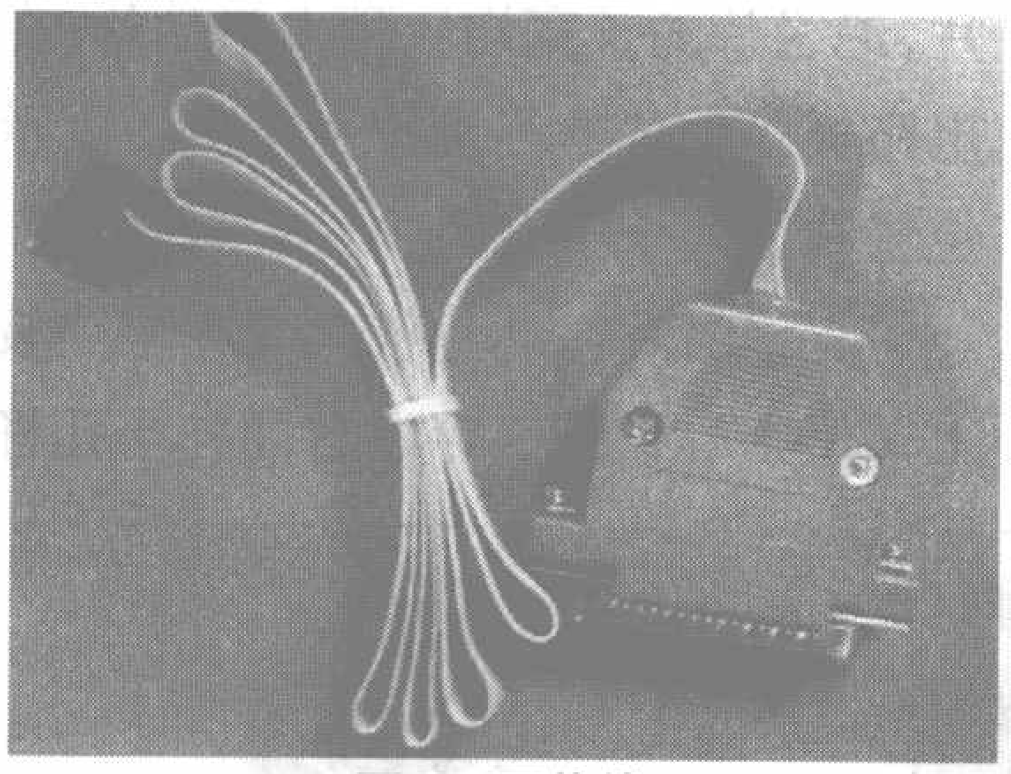


图3 下载线

(4) 万用表、电烙铁等电子制作工具

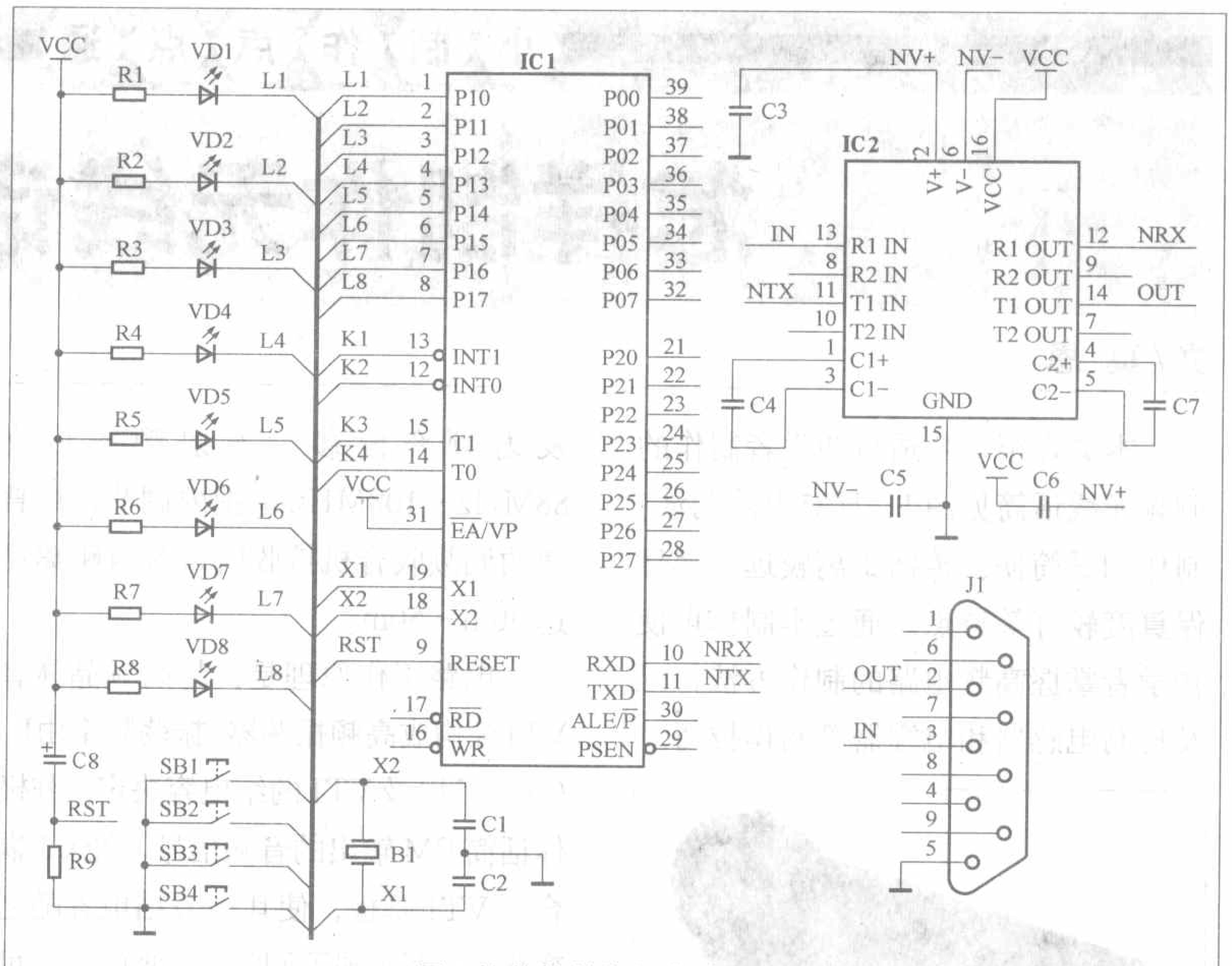


图5 简单的单片机实验电路板

单片机开发，不是简单的编程，到目前为止，还少有纯粹的“单片机程序员”，通常要求开发者软、硬件方面都要熟悉，因此，这些电子制作工具还是要配备的。

需要说明的是，这里所说的仿真机、实验板、下载线或编程器等都是就一般概念而言的，并不涉及具体的产品，市场上也有一些产品在设计时将实验板、仿真功能、下载或编程功能中的一部分或者全部都集成到一块板上，构成一整套的实验系统（见图4)。

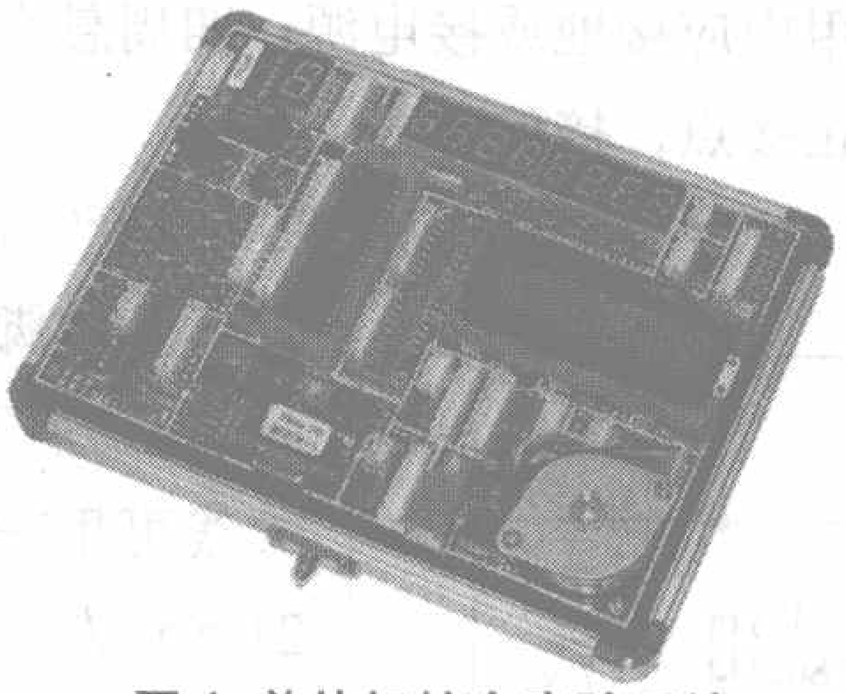


图4 单片机综合实验系统

上面介绍的这些设备，都需要有一定的投入，爱好者未必会购买，其实，只要有一定动手能力，也可以自制一些简易的实验设备，同样可以开始学习。这里推荐采用STC单片机进行学习的方案，STC系列单片机的特点是可以直接通过串口下载程序，从而将开发工具的成本降到最低。图5所示是一个完整的电路，器件成本仅20多元，但可以实现诸如单灯闪烁、流水灯、键控灯、PC控制灯等一些常用功能，从而学习基本指令、定时器、计数器、串口通信等单片机知识。

图中R1～R9为1kΩ电阻，VD1～VD8是发光二极管，C8用10μF电解电容，B1用11.0592MHz晶振，C1和C2用27pF小磁片，C3～C7用104磁片，IC1使用STC89C52芯片，IC2用MAX232。再自制或购买一条串口电缆，用于和电脑的通信，制作下载线时使J1与电脑的串口端2、3、5分别相连即可。

制作好这个电路板以后，使用Keil软件（在www.keil.com/demo/可以下载DEMO版）编译、链接程序，得到Hex文件，使用STC_ISP软件（在www.mcu-memory.com下载）将Hex文件写入芯片中，从而观察程序运行的效果。

小 制 作 点 点 通

怎样制作无线话筒

文/莫 恩

本文介绍一款适合初学者制作的调频无线话筒见图1，具有电路简洁、制作调试简便、传播距离较远、信号保真度较好等特点。通过本制作可使初学者掌握高频电路的制作方法，以及自制电感器和电容器等制作技巧。

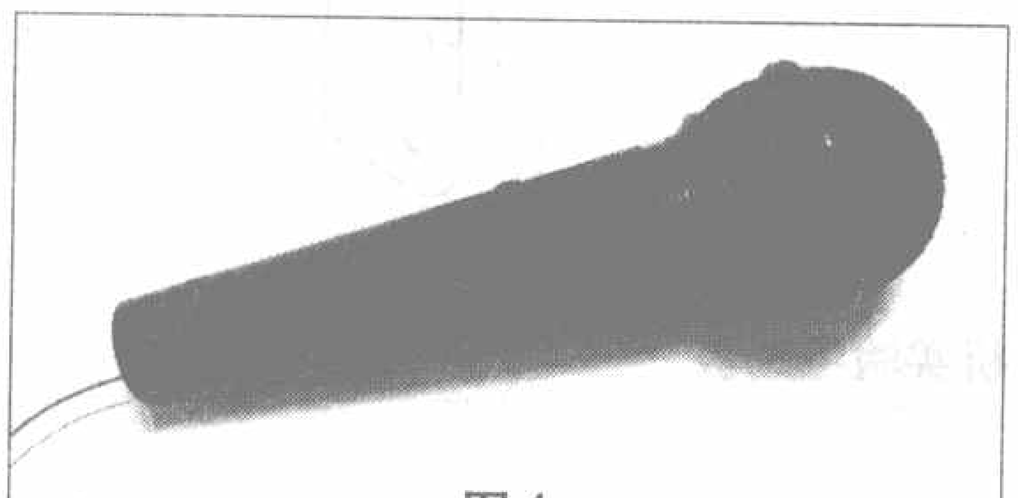


图1

一、电路工作原理

图2为调频无线话筒电路图，图3为工作原理方框图。整个电路包括声音拾取和声电转换电路、高频振荡和调制电路、缓冲高放电路等部分。声电转换电路将声音信号转换成为电信号，用以调制高频振荡信号；被声音信号调制后的调频信号，经缓冲高频放大后，由天线辐射出去。由于增加了一级缓冲高放，所以发射频率非常稳定，即使用手触摸天线，也不会使发射频率偏移。发射频率可在88MHz～108MHz范围内调节，用普通的调频收音机接收时，有效距离可达30m～50m。

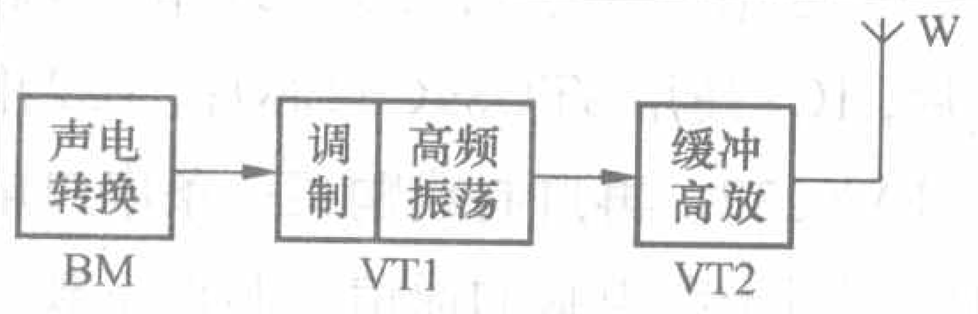


图3

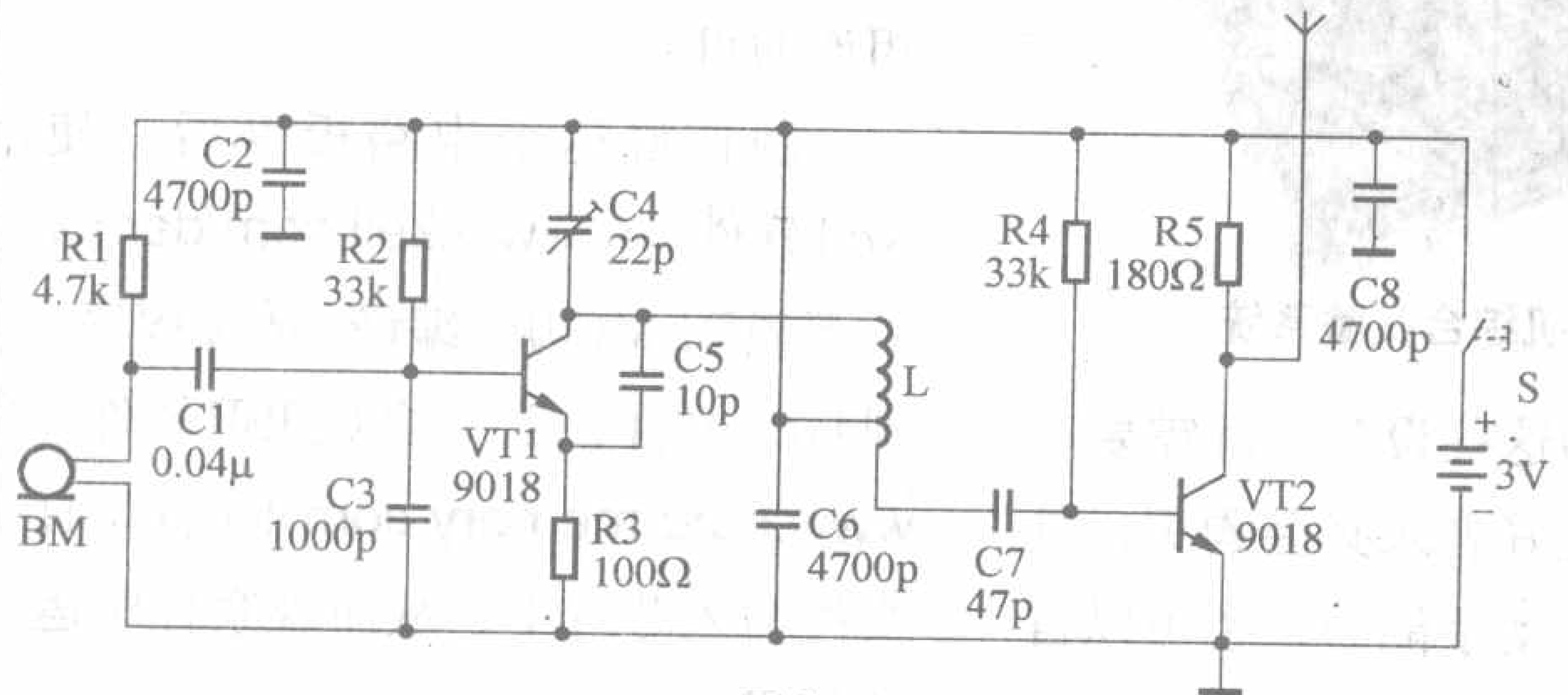


图2

电路工作原理是：超高频晶体管VT1等构成高频振荡器，振荡频率由L、C4、C5以及VT1的结电容决定。驻极体话筒BM输出的音频信号，经C1耦合至VT1基极，使其c–b结电容随之变化，从而实现了调频。改变C4，即可改变其中心频率（在88MHz～108MHz范围内选择）。超高频晶体管VT2等构成高频缓冲放大器。VT1输出的调频信号，通过C7耦合至VT2基极，经VT2放大后从天线W辐射出去。VT2同时隔离了天线负载对高频振荡器（VT1）的影响，使振荡频率更加稳定。

二、元器件选择与自制

BM选用驻极体话筒，如图4所示。驻极体话筒内部含有一个作放大用的场效应管，因此拾音灵敏度较高，输出音频信号较大。驻极体话筒有防尘网的一面是受话面。话筒底部有两个接点：与金属外壳相连的是负接点，使用中应接地或接电源；四周悬空的是正接点，接信号端。

图4

VT1、VT2选用高频晶体管9018，外形及管脚排列如图5所示。天线可用一节20cm左右的软导线。电感L需自制，微调电容C4也可自制。

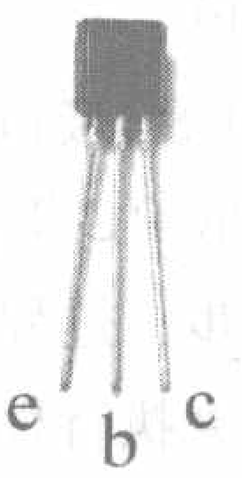


图5

1.自制电感器

自制电感器方法见图6。用直径0.5mm的裸铜丝（镀银线更好），在一根直径约4.5mm的圆棒上密绕11圈，然后抽去圆棒，成为一个空心线圈，并将其均匀拉长至14mm。在空心线圈的第8圈处焊出一个抽头引出端，将空心线圈分为8圈与3圈两部分。

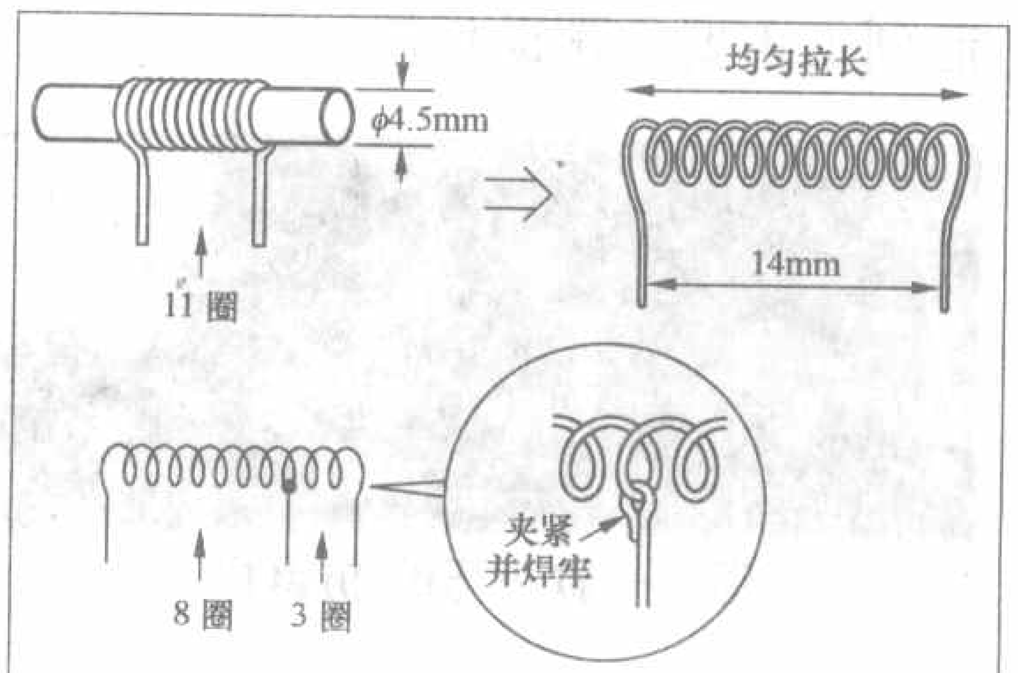


图6

2.自制微调电容器

微调电容器可用弹性铜片和敷铜板自制。按图7所示，用一小块敷铜板刻制成包含定片和动片连接端的电路板，用弹性良好的薄铜片剪成图示形状的动片，用塑料绝缘薄膜剪成绝缘片，绝缘片的长宽均应稍大于动片。在电路板、动片、绝缘片上均应按图示位置钻出两个小孔。

将绝缘片、动片依次放在电路板上，用空心铜铆钉穿过右侧的小孔将

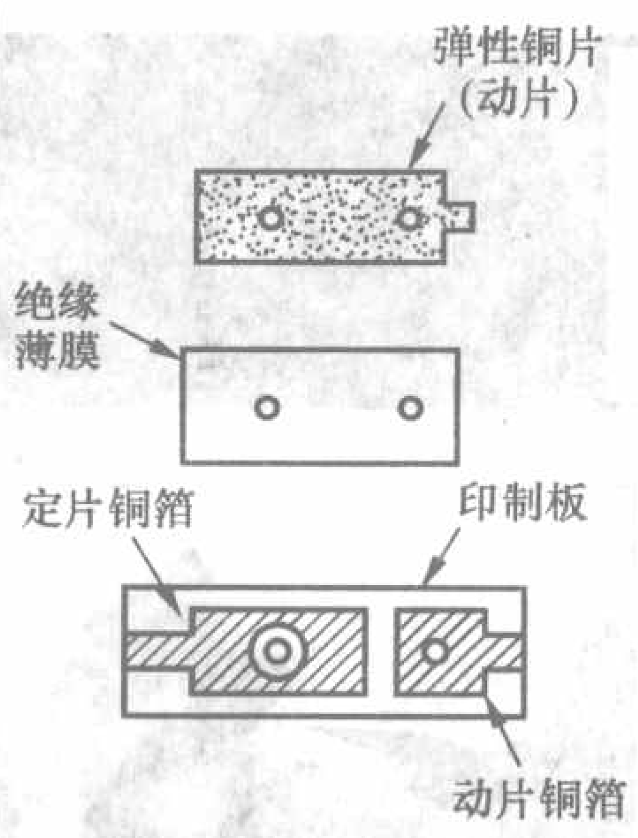


图7

动片铆固在电路板上，并将动片左侧向上稍稍翘起，如图8所示。绝缘片垫在动、定片之间，应保证动、定片不会相碰。

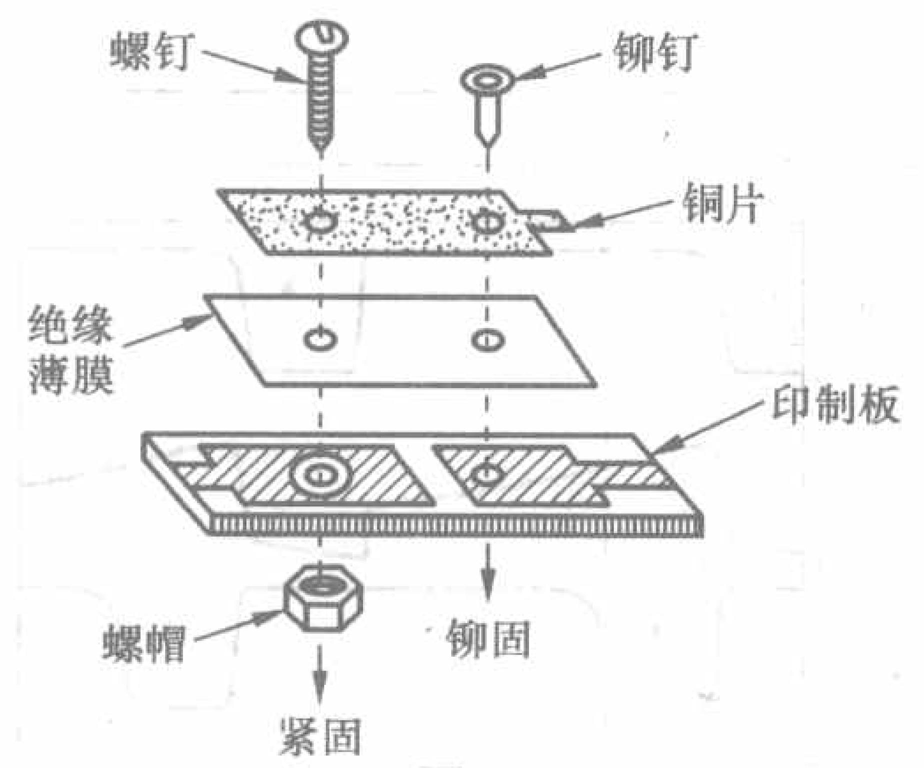


图8

再用一枚螺钉穿过左侧的小孔后，拧紧螺帽。将动片右侧焊牢在电路板右侧的动片连接端上，微调电容器便做好了，其外形如图9所示。旋动螺钉即可调节电容量，旋紧螺钉时容量最大，逐渐旋松螺钉时容量逐渐减小。

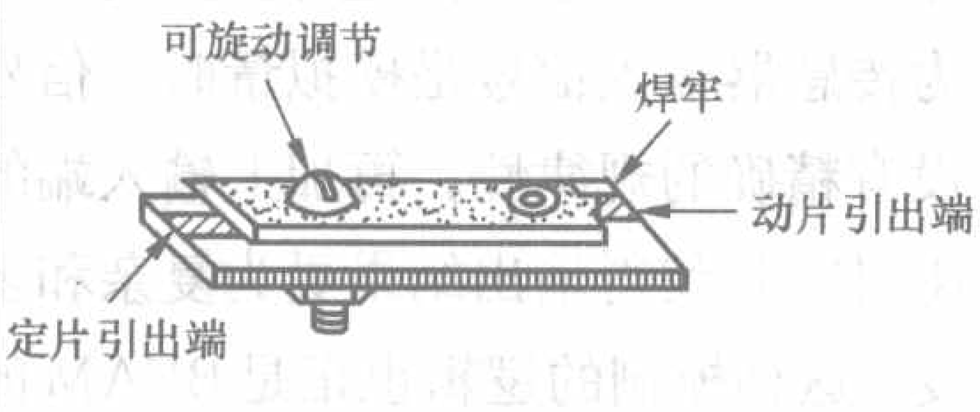


图9

三、制作与调试

1.制作电路板

用尺寸为20mm × 65mm的单面敷铜板制作电路板，并钻好元器件安装孔。

2.安装元器件

各元器件在电路板上的位置如图10所示，按图将晶体管VT1、VT2，电阻R1～R5，电容C1～C3、C5～C7，微调电容C4，自制电感L等元器件，从元件面插入电路板，并从铜箔面将其焊牢。晶体管和电容器的引脚应适当剪短，电阻应采用卧式安装，以降低安装高度，如图11所示。安装焊接电感L时，应注意保持其长短和形状不变，以免电感量误差过大。安装好的电路板如图12所示。

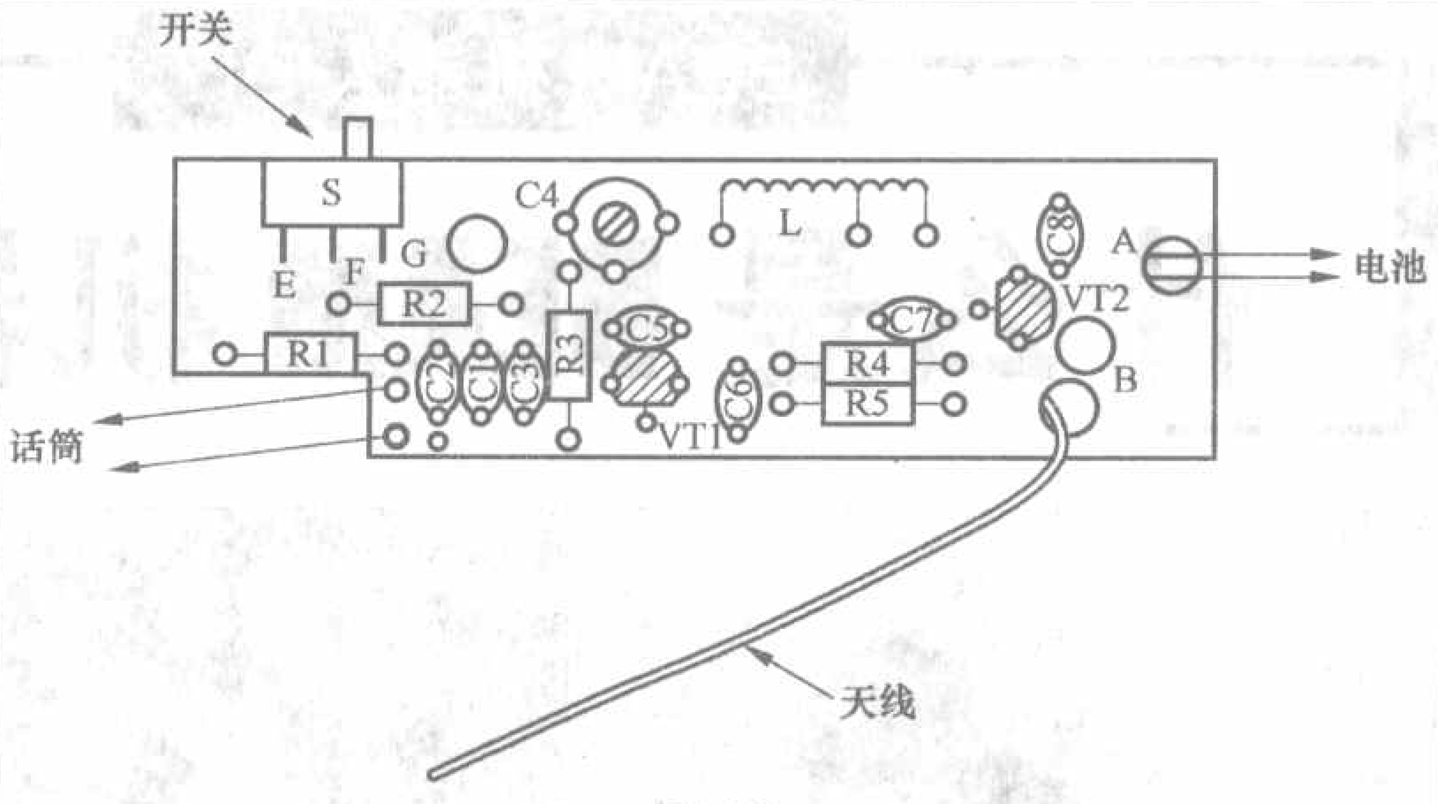


图10

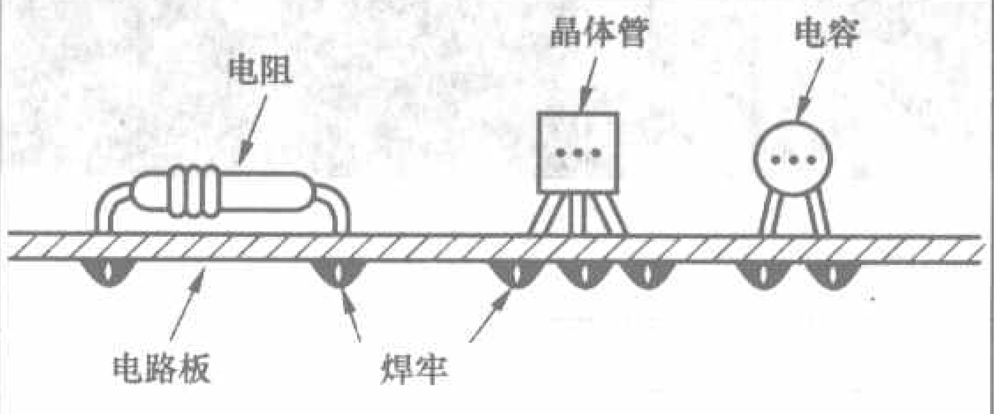


图11

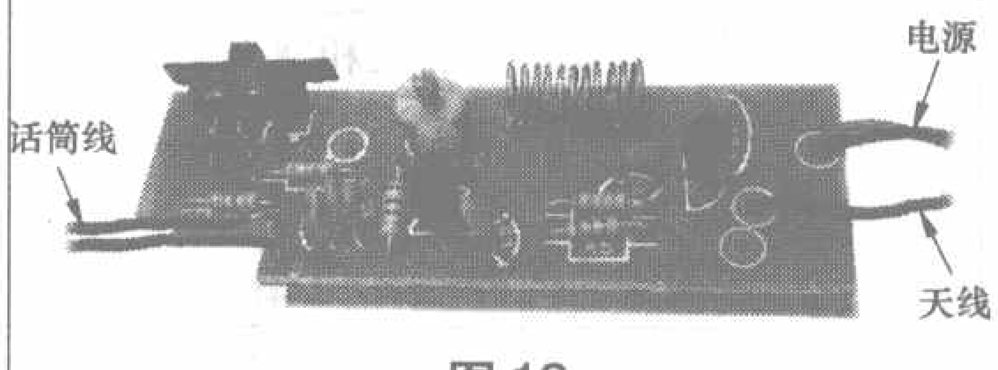


图12

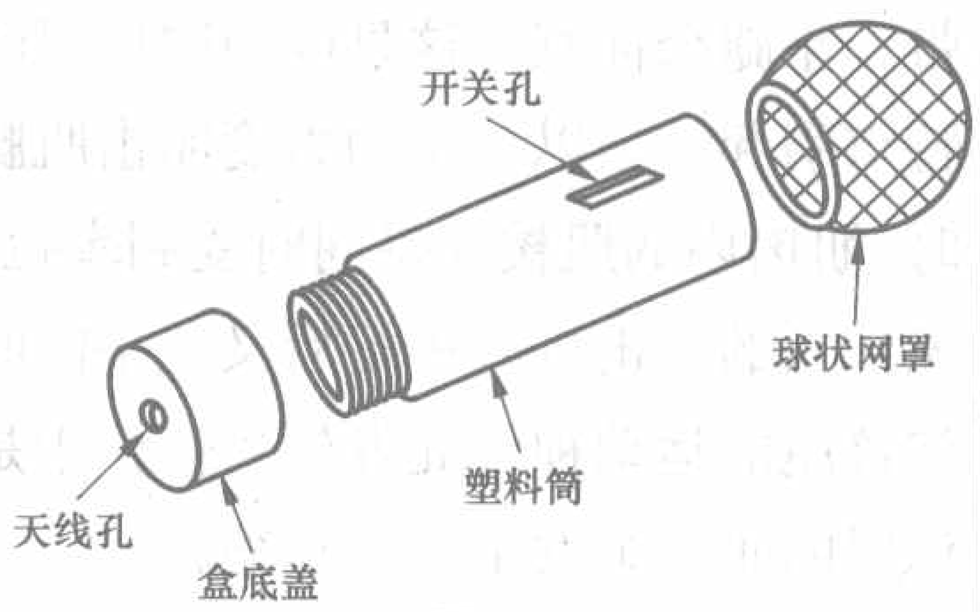


图13

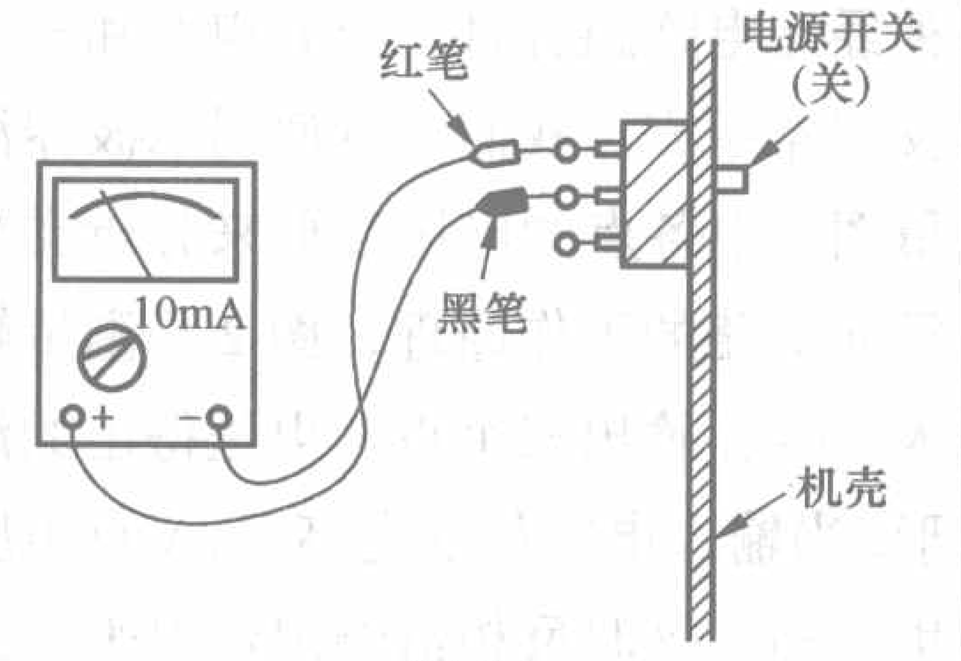


图14

驻极体话筒BM、电源开关S、电池盒等用软导线与电路板连接。注意驻极体话筒和电池盒的两个引出端均有正、负之分，负极应接地，安装焊接时不要搞错。

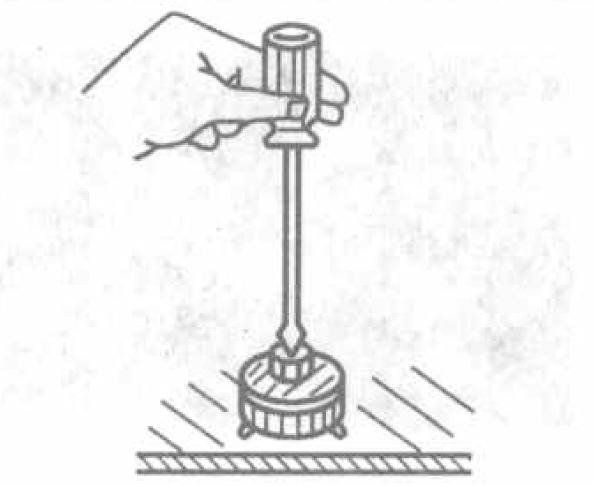


图15

3.制作外壳

无线话筒外壳可用一个小长塑料圆筒制成，如图13所示，将塑料圆筒头尾倒置，筒底朝上作头部，盒盖朝下作尾部。在塑料圆筒上开一个长方形开关孔，在盒底盖中间开一个小孔以便天线引出，再配一个球状网罩。

4.调试

首先检测电路是否起振。关断电源开关，如图14所示，万用表置于“直流10mA”挡，两表笔接到电源开关两端（10mA电流表串入电路），测量电路工作电流。用金属物品将电感L短路，电流应有所增大，说明电路已起振。

接着打开电源开关，对着无线话筒讲话，同时如图15所示用无感螺丝刀调节微调电容器C4，使得调频收音机能在指定的频率上清晰地收到讲话声，调试工作结束。

5.组装

无线话筒内部结构如图16所示。

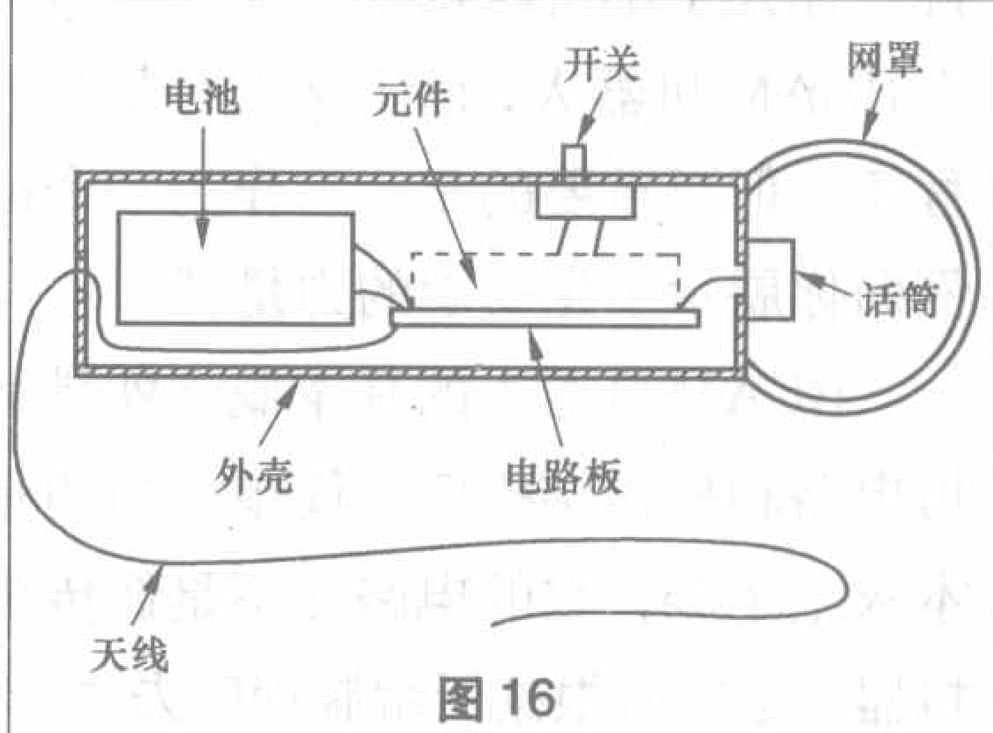
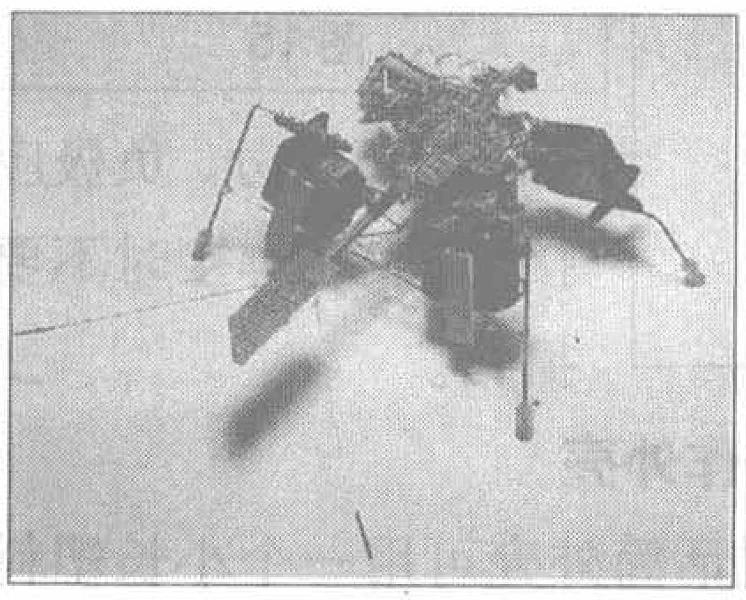
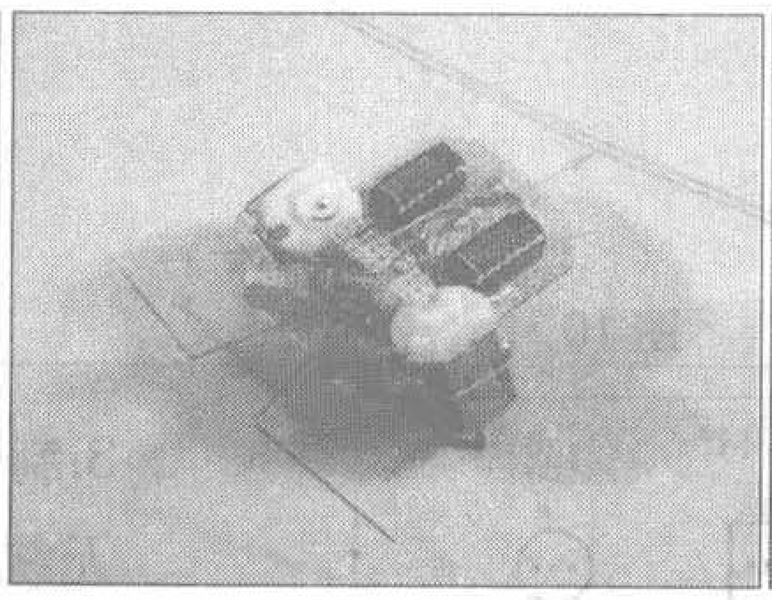
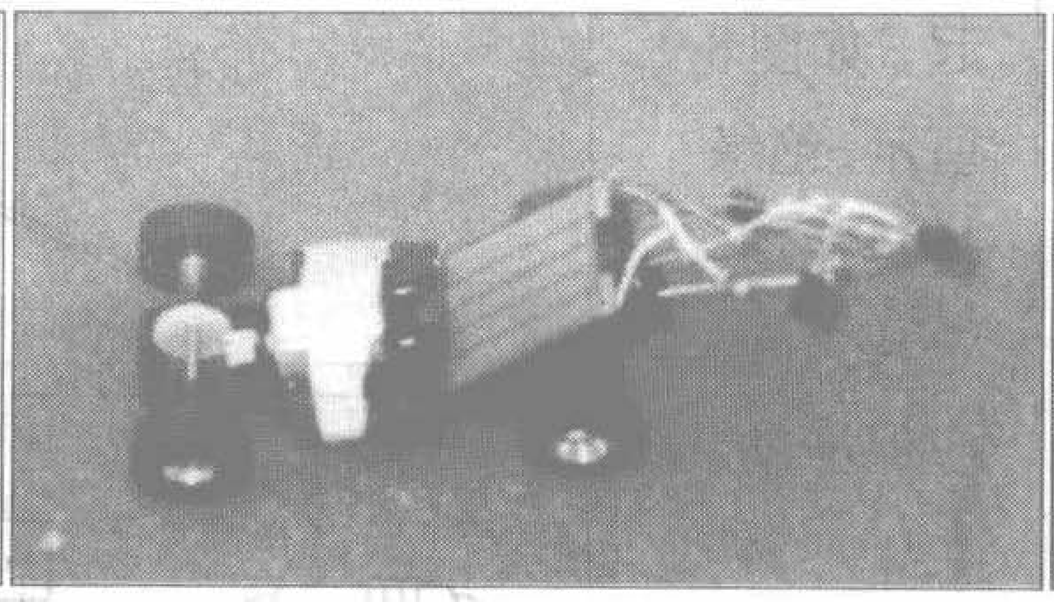
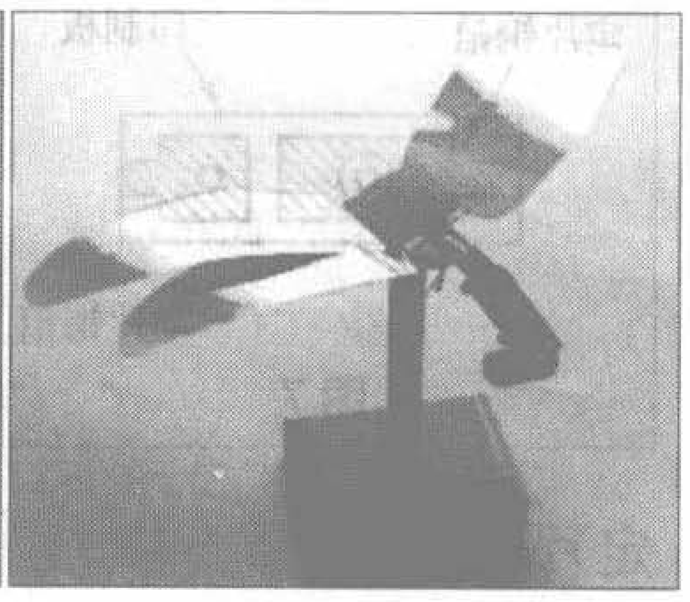


图16

将驻极体话筒固定在塑料圆筒头部，电源开关固定在塑料圆筒上的长方形小孔处，电路板和电池盒依次放入，天线穿过小孔后将盒底盖旋上，无线话筒就可使用了。

BEAM机器人DIY

什么是BEAM机器人

文/温正伟

BEAM机器人是一种十分有趣、制作又极为简单的机器人。BEAM是英文"Biology Electronics Aesthetics Mechanics"的缩写，中文意思为"生物学、电子、美学、机械"。它是在十几年前由美国洛萨拉莫斯国家实验室的研究人员马克·蒂尔登（Mark Tilden）创立的，BEAM机器人不需要微处理器作"大脑"，也没有极其复杂的控制线路，仅有一些传感器和传动器，却能模仿低级生物，以原始的生存本能为基础来运行。这些看似简单的昆虫、爬虫类机器人，却能进化出一些相当复杂的行为。现在世界各地有很多BEAM机器人爱好者，他们也会组织一些制作比赛和心得交流会之类的活动，创立者蒂尔登博士这样说："你几乎不费吹灰之力就能造出一个BEAM机器人，而不必去写复杂的程序。但更重要的是，它作为一个范例向你展示了生物学的力量。"

BEAM机器人的基本概念就是利用电路和机械结构模拟简单生物的基本求生本能，它的电路并不是像传统机器人运行时根据所编制程序去执行，而是使用类神经元电路使得电路无意识地运行，从而进化出复杂的动作。我们知道，生物的神经元在受到外界的影响达一个阈值后便会把信号传输到大脑，同时做出反射动作，如在常规体检中常做的"膝跳反射"，扣击髌韧带，小腿会伸直，这是因为腱反射的特点引起。当以一定的力度叩击肌腱时，肌肉内的肌梭几乎同时受到牵拉，该传入的冲击进入中枢后又几乎同时使该肌的运动神经元发生兴奋，于是该肌的肌纤维发生一次收缩。

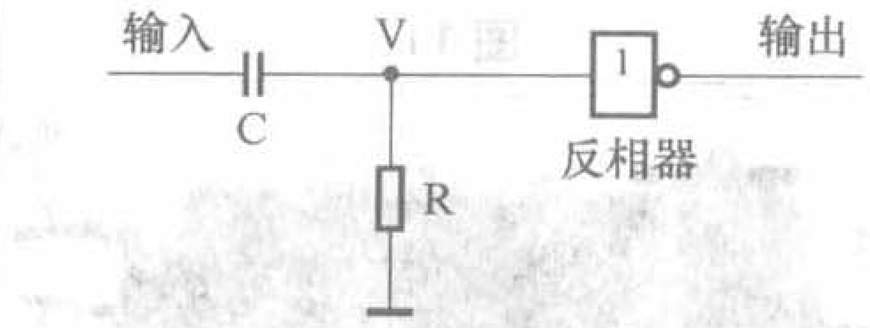


图1 类神经元电路

图1就是一个常用的、最简单的类神经元电路。它由RC积分电路和一个反相器组成。我们可以使用示波器测量图1中各点的电压波形来分析类神经元电路的工作原理，图2是测量输入、V点、输出三个点的电压得出的波形。当输入电压从低变高时，V点电压也升高，这时反相器输出低电平，因为电容和电阻的作用，V点电压逐渐回落，当V点电压低于反相器最低输入电压阈值时，反相器输出高电平。时间段T的长短就取决于电阻电容的取值，而这个T值就可以理解为神经元所产生的兴奋信号。当使用两个或两个以上的神经元电路连接成网络时，信号就可以在这些神经元电路中传递下去。当输入端接入传感器，输出端接入电动机时，神经元网络就可以对环境产生反应，并通过电动机产生相应的动作，这样就为机器人对环境的感知和自身的可动性提供了可能。在同一条神经元网络中，信号输入后会通过每一个神经元，一直传输下去。因为传感器输入信号是模拟量时，信号没有精确的规律性，再加上输入端的RC作用，使得输出结果更为复杂和多变。这种模糊的逻辑也正是BEAM的乐趣所在，它不像使用微控制器那样产生精确和可预期的控制，而是展现出易变、复杂和有时混乱的行为。

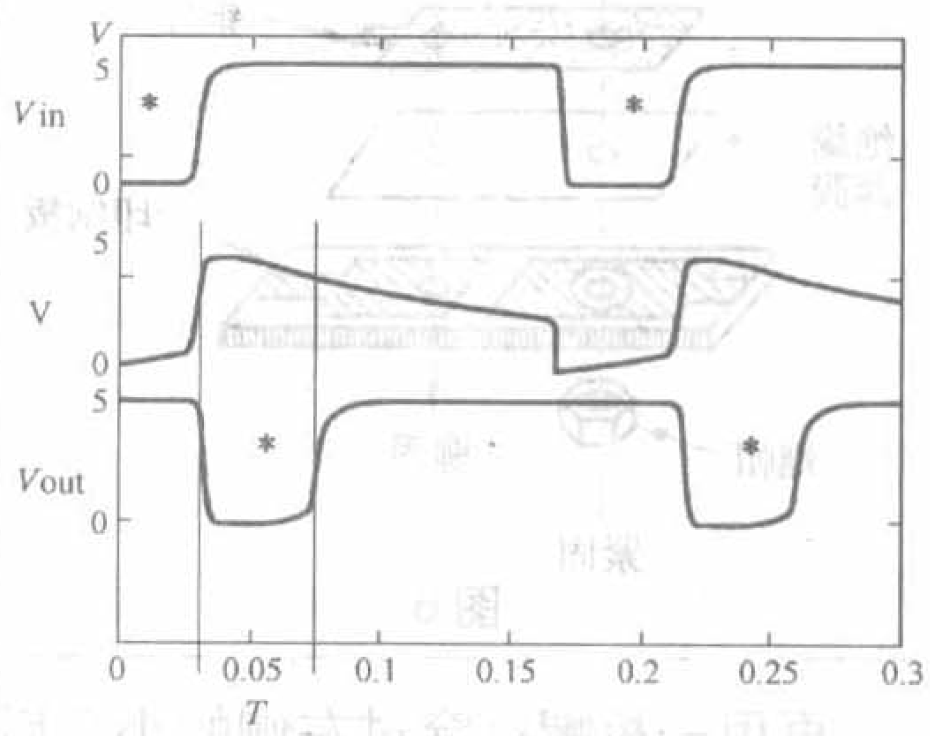


图2 波形图

由多个神经元电路组成神经元网络的连接方法有很多种，不一样的连接产生的效果也不一样。下面我们看看一些简单的神经元网络连接方法。图3是一个由4个神经元组成的网络，b的输入和e的输出连接在一起，这样电路中前后电路产生的脉冲就一直不断地在这个环路上传递，各个输出点的波形图就如图4所示的一样，可以很

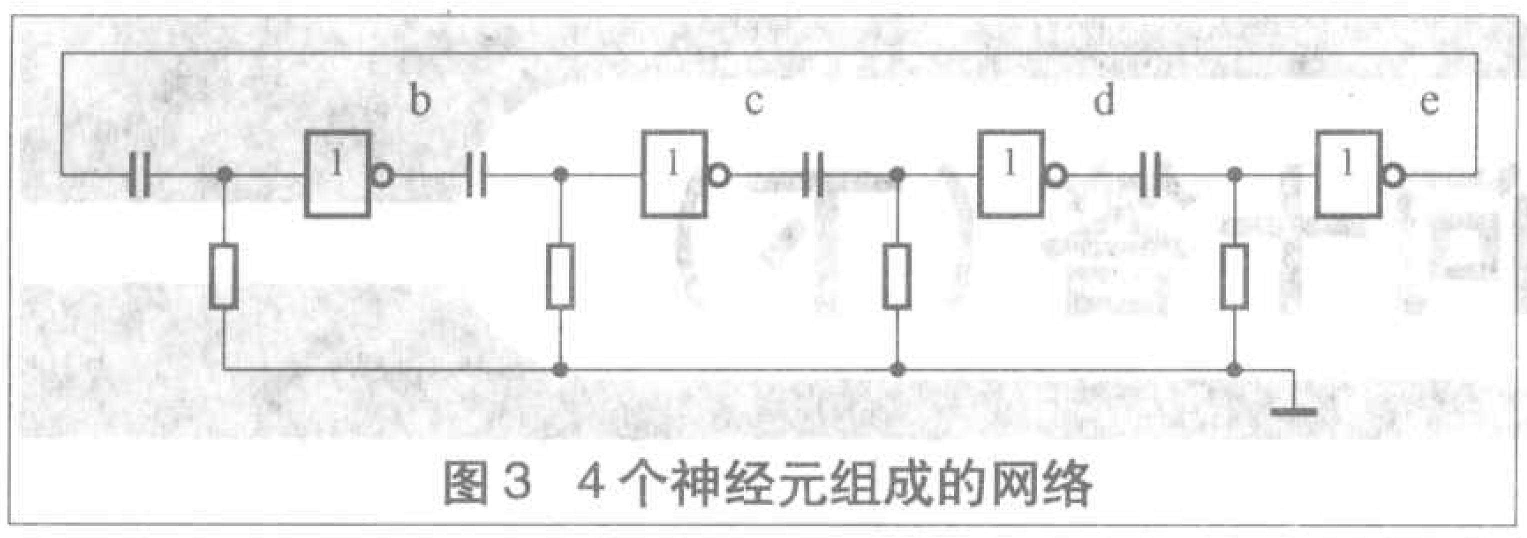


图3 4个神经元组成的网络

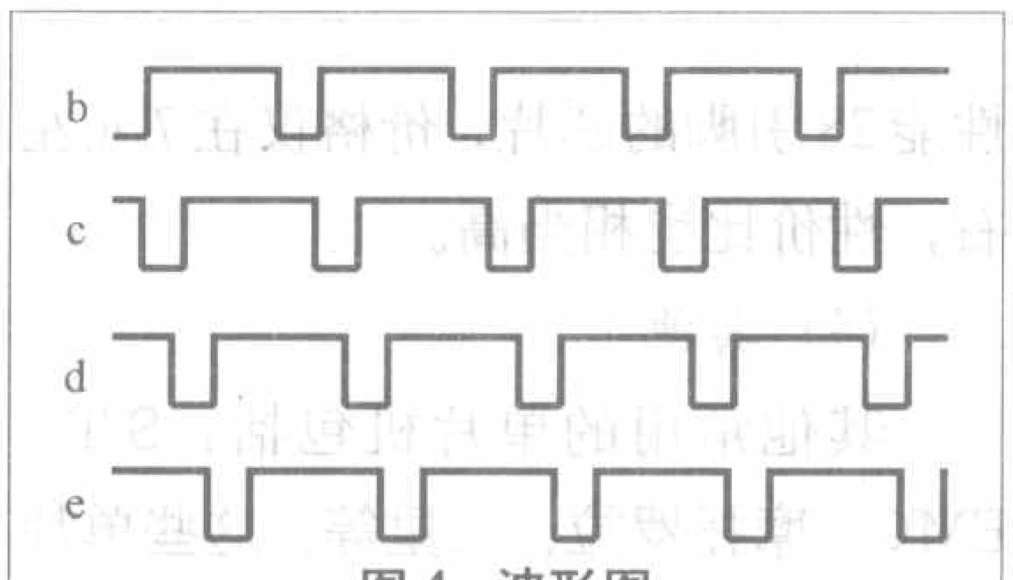


图4 波形图

明显地看出信号在传输时会受到RC电路的影响。如果没有RC电路，相邻两个输出点的波形一直都会是相反的。如果在b点和d点接入一个电动机A，c点和e点接入一个电动机B，在信号传递的一个周期内，A电机先反转，然后B电机反转，A电机正转，B电机正转，这样两个电机就会不断地动作下去，要是把这两个电机作为BEAM机器人的脚，只要它有电，就会一直不停地移动，直至没电为止。这样的BEAM还没有感知能力，还不能对周围的环境做出反应，如果这个电路“进化”一些，变成图5所示电路，在图5的电输入端接入一个传感器，只要传感器因环境而触发时，电路就会产生一个脉冲周期来驱动电动机。这样的连接就可以用作BEAM机器人的肢体控制，BEAM机器人的结构就可以做成如图6所示一样，每条神经元网络控制一条脚，信号来时，水平电机先带动垂直电机和脚，然后垂直电机动作控制脚运动，使BEAM机器人向前走。图中所用传感器可以使用常见的光敏电阻、光电池、轻触开关、驻极体话筒、单簧管等。

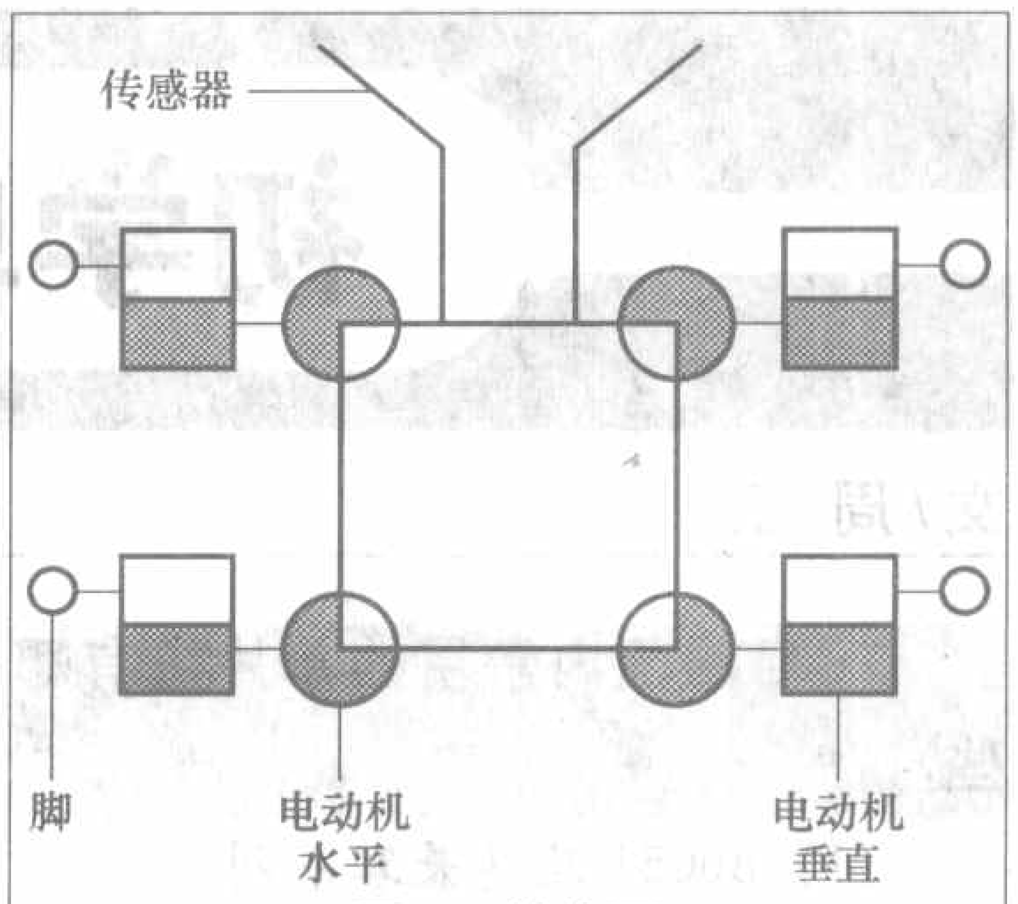


图6 结构图

图7的连接方式与图3相差不多，只是把半数的输入端上拉到V_{CC}，这样就可以得到图8的波形，只要输入端a有一个从低电平到高电平的跳变，网络上的输出端同时会反应出来，而不像图3电路要延时才会反应。从以上介绍可以看出，只要对这些电路的输入端进行干预，输出端所产生的结果就会不一样，这也导致了BEAM机器人行为的易变性。

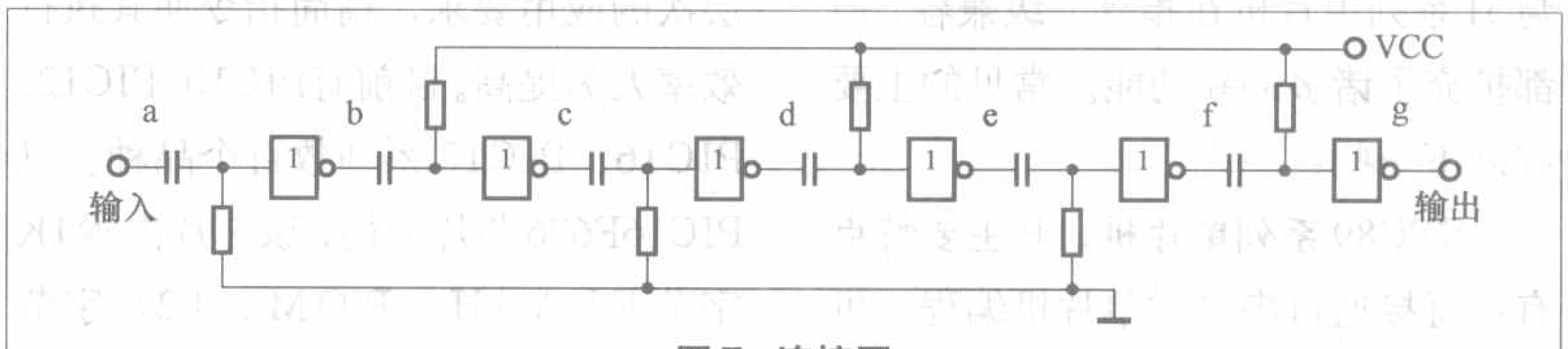


图7 连接图

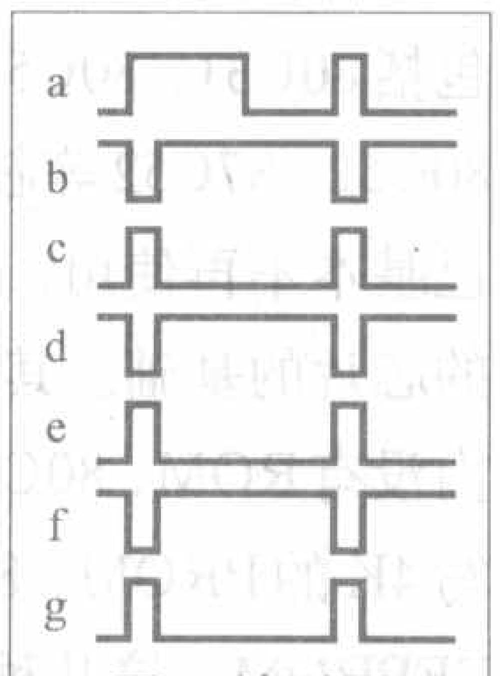


图8 波形图

本文只是简单介绍了BEAM的基本原理和基本组成电路，实际上BEAM的电路形式是没有拘束的，只要电路能符合BEAM的原理就可以了。在外观形式上同样也是不拘一格，制作者喜欢做成什么样子都行。本文标题下方所示就是一些国外爱好者的制作。

笔者认为BEAM机器人的制作不但适合培养青少年对电子、机器人的兴趣爱好，也可以作为另一种机器人应用的研究方向，希望能有更多的BEAM爱好者一起学习交流。今后笔者还会为大家介绍简单的BEAM机器人的制作方法。

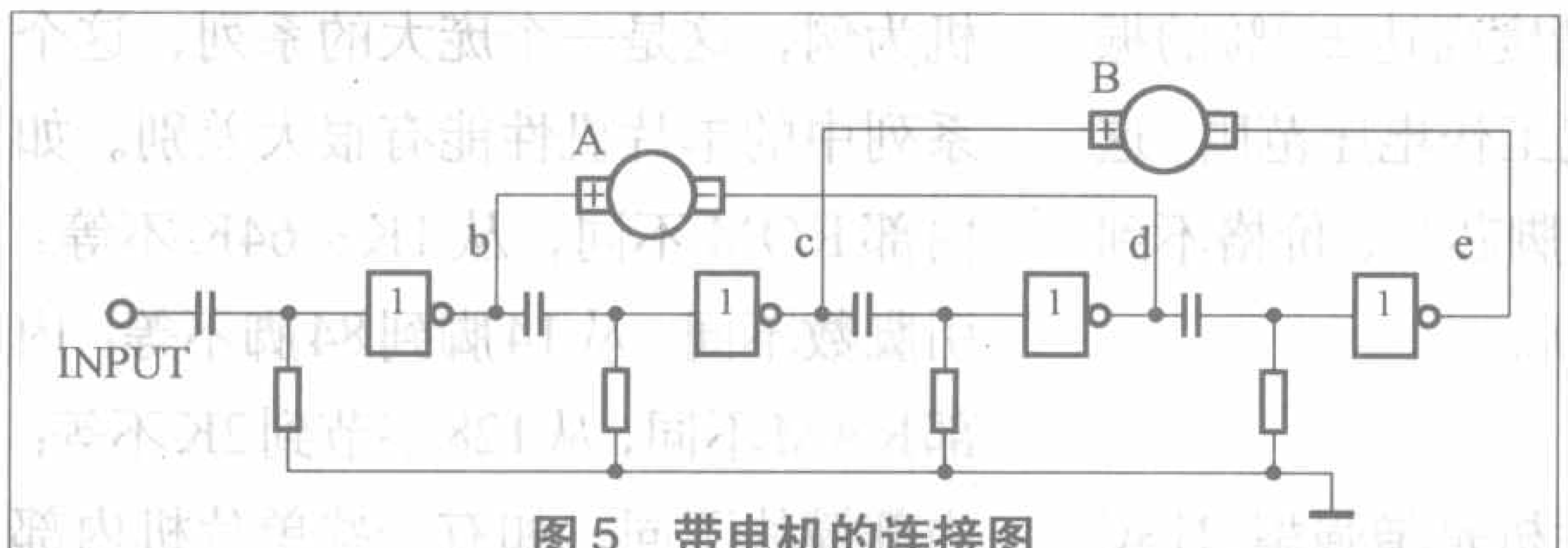
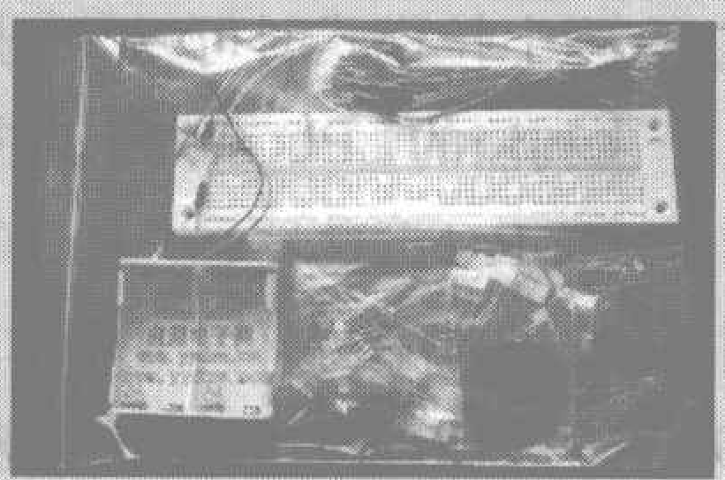


图5 带电机的连接图

《无线电》杂志祝老师们节日快乐——赠送555套件

9月10日是我们一年一度的教师节。在此，《无线电》杂志向所有老师们说一声：“节日快乐，你们辛苦了”，非常感谢全国各地的老师们对我们杂志的关心与支持。



为庆祝教师节的来临，《无线电》杂志特意准备了50套“555集成电路实验套件”赠送给辛勤工作的老师们。该套件的实验内容可到我刊网站上查询，对此套件有兴趣的老师可发电子邮件到radio@raido.com.cn提出申请，来信主题请注明“555套件申请”，并在邮件正文中写明姓名、邮编、地址、单位及联系电话，我们将在10月中旬公布获赠名单。同时，我们也感谢北京鹏博易捷科技发展中心对本次活动的大力支持（联系电话：010-86378708），该公司的其他电子制作教学套件器材销售信息见本期第64页。

初学单片机十问十答（下）

文/周 坚

7.目前国内常用的单片机有哪些？

(1) 80C51及其兼容系列

80C51系列：这是最基本的系列。包括80C31、80C51、87C51、80C32、80C52、87C52等芯片，虽然这些芯片已基本不再使用，但它们是后续发展的芯片的基础。其中80C31单片机片内没有ROM，80C51内部是一次性可写4K的PROM，87C51内部是4K的EEPROM，这几种芯片内部RAM均为128字节。而后三种芯片其内部RAM均为8K，后两种芯片的片内ROM为8K字节。

80C51兼容系列：这些芯片通常都与51系列单片机在指令一级兼容，但都扩充了诸多的新功能。常见的主要有以下一些：

STC89系列单片机，其主要特点有：直接通过串口对单片机编程，可编程为倍速运行，超低功耗，内置看门狗，内部FLASH ROM可作为EEPROM，作断电保存数据之用。

STC12系列单片机，其主要特点有：单时钟周期，工作频率0～35MHz，相当于普通80C51的0～420MHz，宽电压范围，低功耗，芯片内置E^2PROM功能，内置硬件看门狗，通用I/O口可以设置为四种工作模式，在强上拉模式时可以“吐出”电流。

飞利浦的LPC系列，其主要特点有：内置RC振荡器，选择RC振荡器时不需外接振荡器件，所有口线均有20mA的LED驱动能力，有较宽的工作电压范围。

C8051F系列，其主要特点有：一个机器周期仅为一个时钟周期，增加了中断源，有内部独立的时钟源或接外部时钟，并能在程序运行时实现内、外部时钟的切换。每个I/O口引脚都可以设置为推挽或漏极开路输出，C8051F系列单片机I/O口最为独特的是增加了数字交叉开关，利用数字交叉开关可将内部数字系统资源定向到P0、P1和P2端口I/O引脚。这个系列很多型号的芯片具有ADC、DAC、PCA等功能。

(2) PIC系列

PIC单片机的发展思路与51单片机不同，它不搞单纯的功能堆积，而是从实际出发，重视产品的性能与价格比，依靠发展多种型号来满足不同层次的应用要求，精简指令使其执行效率大为提高。目前有PIC10、PIC12、PIC16、PIC18系列数百个品种。以PIC16F676芯片为例，该芯片内置1K字节FLASH ROM，128字节EEPROM，64字节RAM，8路10位AD转换器，内置精度高达±1%的振荡器，极低功耗，宽工作电压范围，这样一款高性能的14脚芯片，价格不到7元，性价比相当高。

(3) AVR系列

AVR系列单片机是增强型RISC结构的单片机，其主要特点是：速度快，一个机器周期仅为一个时钟周期；品种丰富，与PIC系列类似，依靠发展多种型号来满足不同层次的应用要求；支持ISP、IAP功能，可在线编程，方便远程维护，工作范围宽、抗干扰能力强。以ATMEGA8芯片为例，该芯片内置8K Flash ROM，512字节EEPROM，1K字节的RAM，8路10位AD，内置RC振荡器。这样一款高性能28引脚的芯片，价格仅在7元左右，性价比也相当高。

(4) 其他

其他常用的单片机包括：ST、EMC、摩托罗拉、三星等。这些单片机有的市场用量很大，但我们并没有重点介绍，因为我们介绍的内容主要针对业余爱好者和单片机初学者，有些芯片虽然功能强大、性价比也很高，但其并不针对业余爱好者，小批量的芯片很难买到，仿真机、C编译器等开发工具价格极其昂贵，所以这里不作介绍，有兴趣的读者可以在网络上搜索有关资料。

8.常用单片机的大致价位是多少？

单片机的价格相差很大，从小于1元到几十元、上百元不等。下面就大致介绍一下常用单片机的价格。

单片机的价格与其出货量、性能等有很大的关系。以80C51系列单片机为例，这是一个庞大的系列，这个系列中的单片机性能有很大差别。如内部ROM不同，从1K～64K不等；引脚数不同，从14脚到84脚不等；内部RAM不同，从128字节到2K不等；内部模块不同，如有一些单片机内部配置了8位模数转换器，有一些配置了10位模数转换器，有一些内部带有CCP模块等。不同配置的单片机价格不同，一般爱好者常用的89S52单片机芯片价格为6元左右。这款芯片片内ROM为8K，片内RAM为128字节，内部有看门狗电路。一种常用的PIC单片机PIC16F676，14引脚，带有10位的AD转换器，价格仅7元左右。通常功能越强，价格也越高，但这并不

绝对，尤其是不同厂商的同类产品，往往没法直接加以比较，因此，读者如希望了解各种芯片的价格，还是要针对具体的型号进行查找，有一些网站有相关报价，可以供参考。笔者提供几个网址：

新茂单片机量批报价

www.21dz.com.cn/article/show.asp?id=2133

STC单片机报价

mcu-memory.com/quote-price/stc-mcu-price-public-quote.htm

ATMEGA、AT89等单片机

www.waveshare.net/shop/AtmelChip.htm

常用PIC芯片的报价

www.pic16.com/capidj/cpdj.htm

这些报价并不能完全代表器件的市场价，仅供读者参考。

9.单片机程序编写、仿真、调试常用的软件有哪些？

不同的型号的单片机需要不同的开发软件。我们以80C51系列、PIC系列和AVR系列为例分别说明。

单片机程序的编写不需要任何特殊的软件，只要是文本编缉软件就可以了，如Windows自带的记事本、Word等，不过这些软件编写并不方便，有一些更好的文本编缉器可供选择，如UltraEdit、PE2等。当然，人们最常用的还是使用开发软件自带的编缉器来进行编写。以80C51系列单片机为例，最为流行的软件是Keil软件。Keil软件是一款综合开发工具，内置了编缉器、ASM汇编器、C51编译器、调试器等部分。图1是Keil软件的标识。

KEIL™ An ARM® Company

图1 Keil软件标识

PIC系列的开发软件常用的是

图2 MPLAB IDE开发软件标识

MPLAB IDE，其标识如图2所示。MPLAB集成开发环境(IDE)是一个综合的编辑器、项目管理器和设计平台，适用于使用Microchip PICmicro和dsPIC单片机进行嵌入式设计的应用开发。使用这一软件可以：使用内置的编辑器创建和编辑源代码；汇编、编译和链接源代码；通过使用内置的软件模拟器观察程序流程，或者使用在线仿真器或在线调试器以实时方式观察程序流程来调试可执行逻辑；用软件模拟器或仿真器进行时序测量；查看Watch窗口中的变量；使用器件编程器将机器码烧写入器件。

AVR单片机常用的开发软件是AVR Studio，如图3所示。

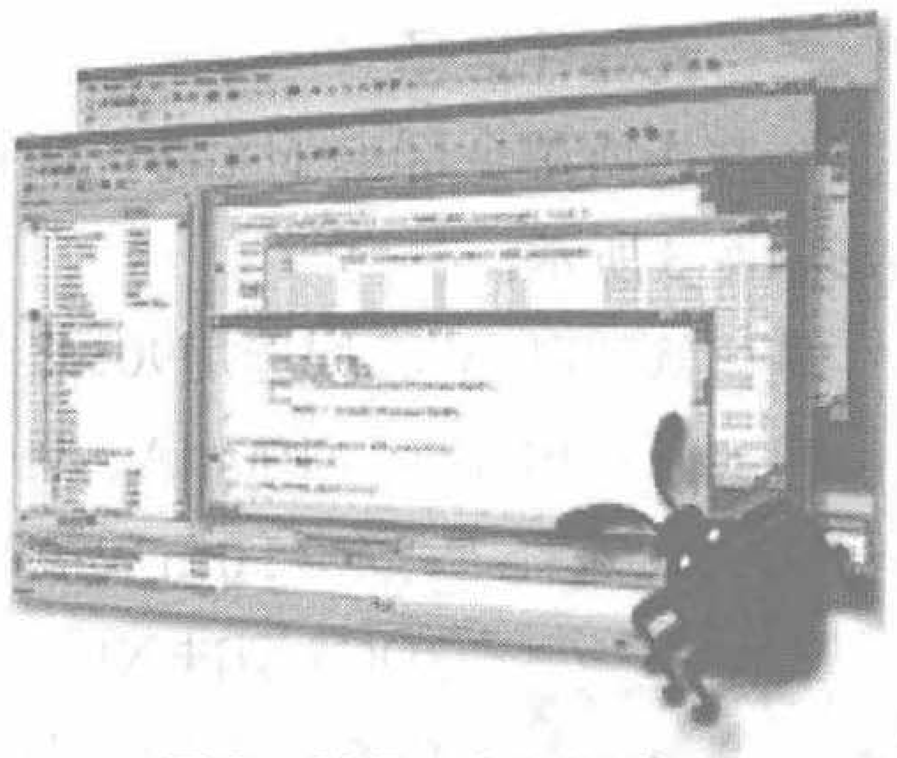


图3 AVR Studio软件

AVR Studio是在Windows 9x/Me/NT/2000/XP操作系统下编写和调试AVR应用程序的嵌入式开发环境(IDE)。AVR Studio为AVR 8位RISC指令集单片机提供了工程管理工具、源文件编辑器、芯片模拟器和在线仿真调试接口。

10.能否推荐适合单片机初学者学习单片机的书籍？

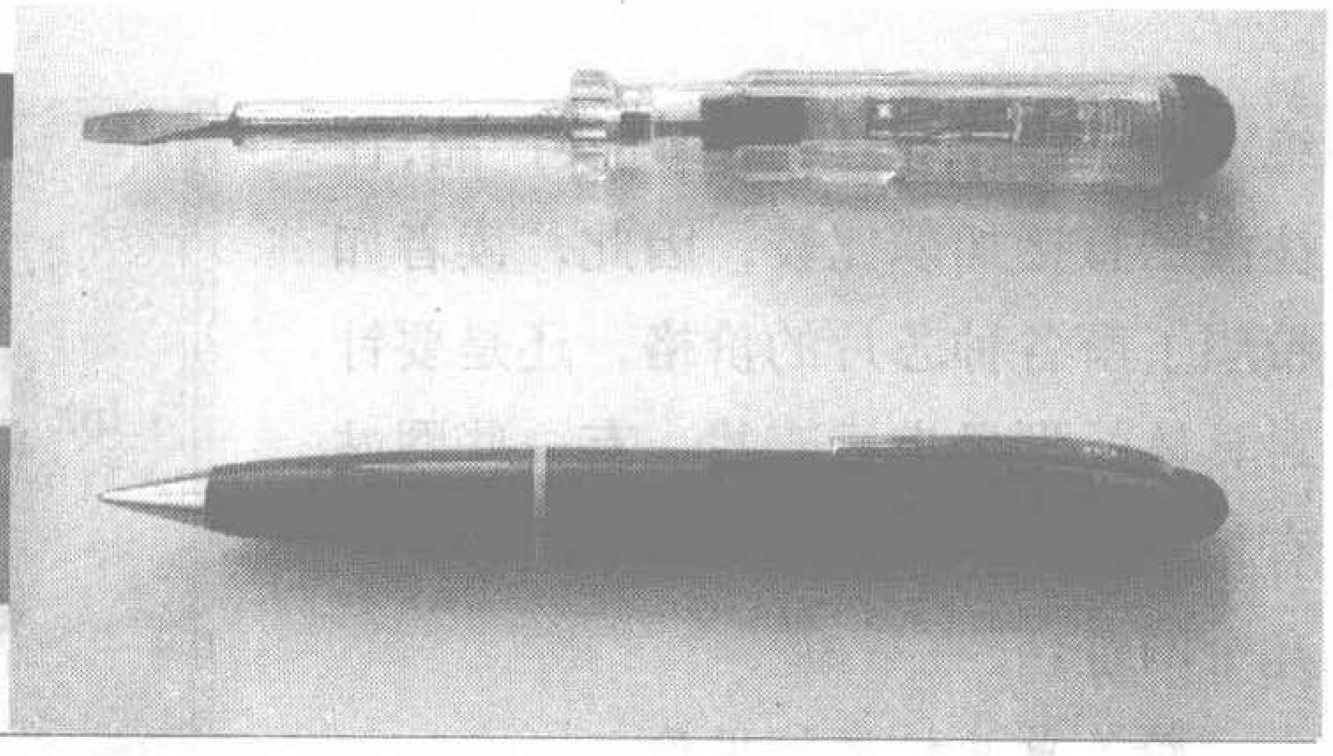
市场上单片机类书极多，作为初学者入门一般还是以选择80C51系列为宜，如果你有明确的工作对象，那另当别论。这里推荐两本适合单片机初学者的图书。

《单片机轻松入门》：该书主要针对初学者，根据作者自学及多年单片机教学经验，针对初学者不易入门的事实，采用“任务教学法”，以“点亮LED灯”、“让LED灯闪烁”、“键控灯”、“流水灯”等任务为中心，介绍实现这些功能方法，在实现这些任务的过程中学习单片机内部结构、Keil软件使用、开发工具使用等知识，从而让读者能够轻松入门。随书赠送的光盘中有作者制作的单片机教程课件及书中涉及的所有源程序。

《手把手教你学单片机》：本书以实际编程及做实验为主线贯穿全书。完全摒弃教科书的方法，采用“程序完成后软件仿真→单片机烧录程序→试验板通电实验”的方法，以全新的方式边学边实验，将初学者领进单片机世界的大门。随书所附的光盘中提供了该书所有的实验程序文件，并增加了多媒体教学例程，可供读者在学习、实验时参考。

学·做·用

多功能测电笔



文/张晓东

普通测电笔有起子（也称改锥或旋凿）式和钢笔式两种外形，其结构如图1所示。测电笔是用来测试电线、用电器以及其他电气设备等是否带电的简单工具。读者如果按照本文介绍的方法去做，可以将传统的氖管测电笔改造升级为多功能测电笔，它不但具有普通氖管测电笔的一般验电功能，还具有隔着绝缘层测试导线通电与否及判断零线与相线、测线圈和电阻器等的通断、判断晶体二极管的极性、估测小容量电容器的容量并判断其是否断路和短路等功能，实为取代传统氖管测电笔的新一代产品。

这种多功能测电笔不仅保留了氖管测电笔体积小巧、携带方便、使用简单等优点，还克服了以往的氖管测电笔发光亮度不够、在测量弱电或在强光下使用时很难看清氖泡亮灭的弊端，使用起来显示醒目、灵敏度高、功能齐全，在室外和野外使用均感方便自如。

一、工作原理

多功能测电笔的电路如图2所示。平时，探测极无电流或感应信号输入，晶体三极管VT1、VT2均截止，发光二极管VD不发光；当探测极有微弱电流输入或感应到电场信号时，由于晶体三极管VT1、VT2的高倍放大作用，在VT2上产生了较大的集电极电流，推动发光二极管VD发光指示。

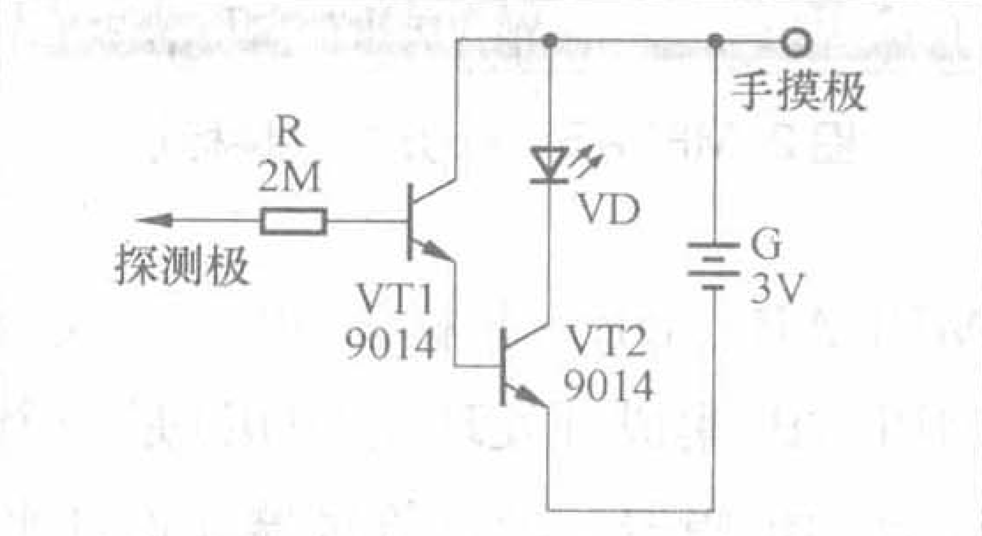


图2 多功能测电笔电路图

电路中，由于晶体三极管VT1的发射极输出电流直接作为VT2的基极电流，故由VT1、VT2构成的放大电路放大能力很强，电路的探测灵敏度也很高。R为人体保安电阻器，可防止人手在接触手摸极时，由探测极引入的36V（安全电压最大值）以上电压造成触电事故！

二、元器件选择

本制作所用全部电子元器件实物外形如图3所示。

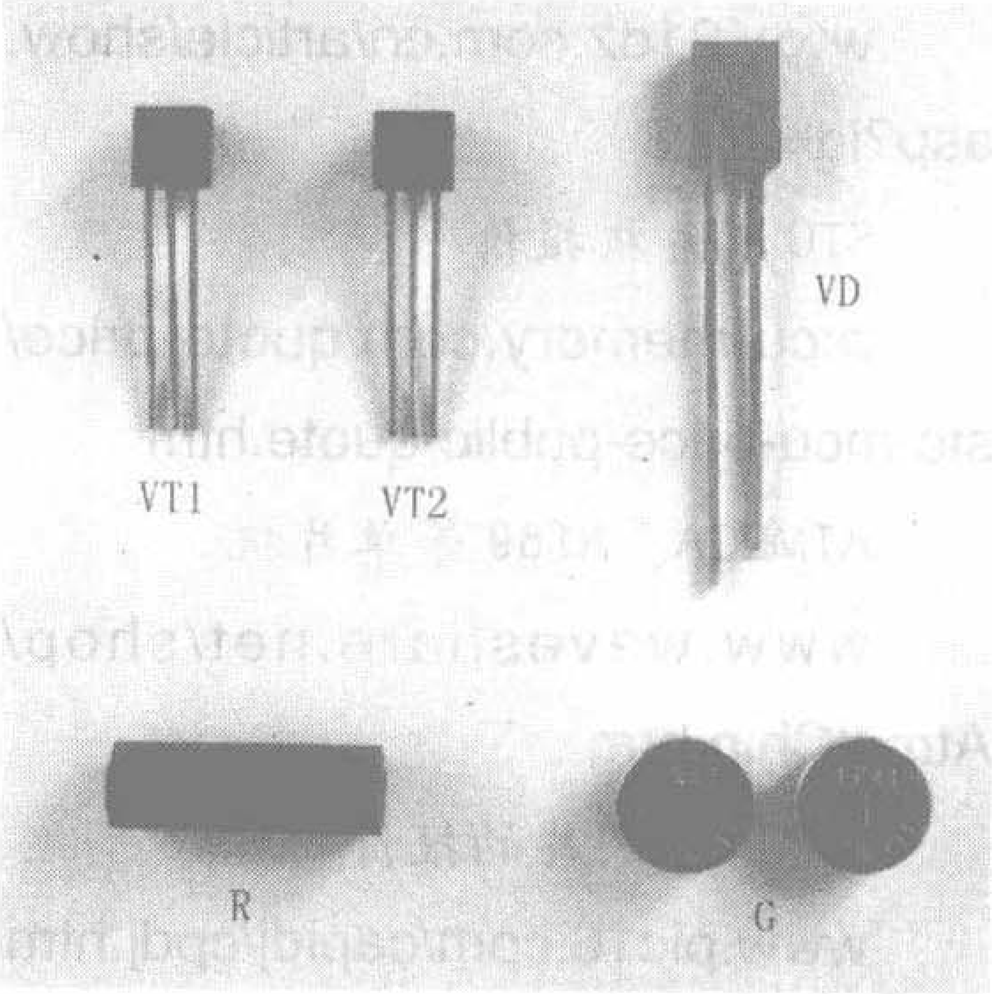


图3 多功能测电笔所用元器件实物外形图

晶体管VT1、VT2均选用9014（集电极最大允许电流I_{CM}=100mA，集电极最大允许功耗P_{CM}=310mW）或3DG8型硅NPN小功率三极管，要求电流放大系数$\beta>100$。VD用5mm×2mm方形普通红色发光二极管，如用塑料外壳是黄色或白色、但发红光的高亮度发光二极管，则效果更佳。

R为欲改造升级的氖管测电笔原有电阻器，不另外再选配。

G采用两粒AG3（φ7.9mm×3.6mm）或SR41、XY-03型氧化银纽扣式电池串联而成，电压3V。因整个电路平时耗电甚微（实测<1μA），故不必设电源开关。

三、制作与使用

图4（a）为该多功能测电笔的印制电路板接线图，图4（b）是焊接好元器件的印制电路板实物照片。印制电路板可用刀刻法制作，实际尺寸仅为17mm×7mm。

焊接时，按图4所示把发光二极管

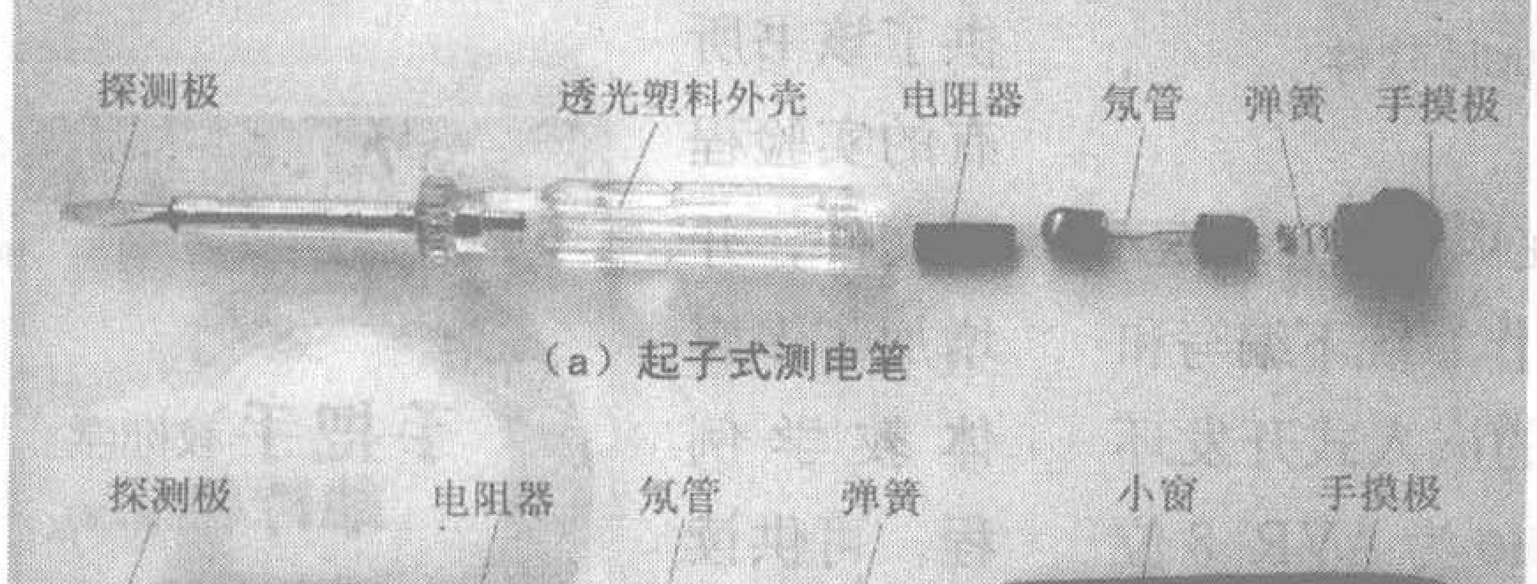
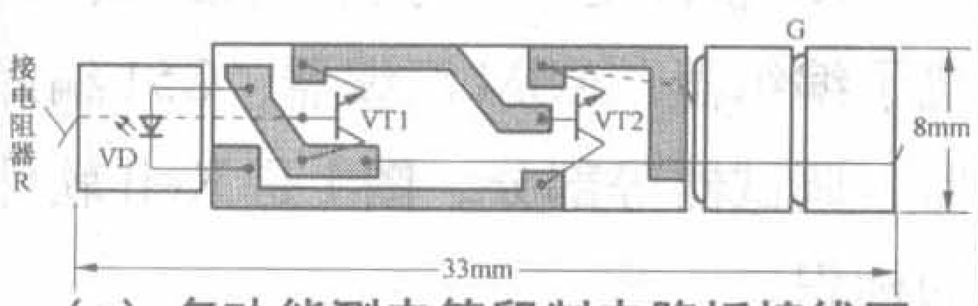


图1 普通测电笔结构图



(a) 多功能测电笔印制电路板接线图

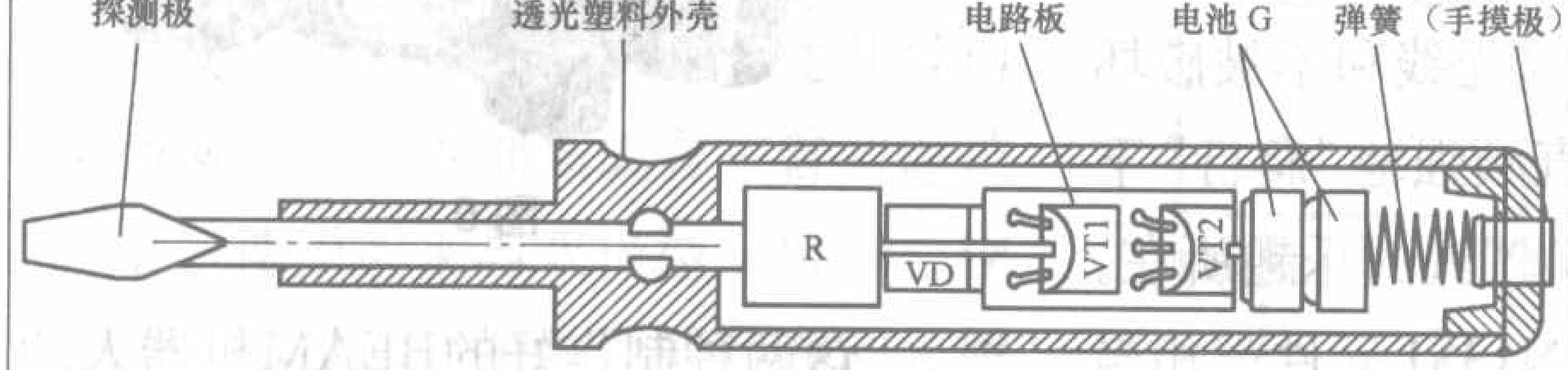
(b) 焊接好元器件的印制电路板实物照片

图4 多功能测电笔印制电路板图

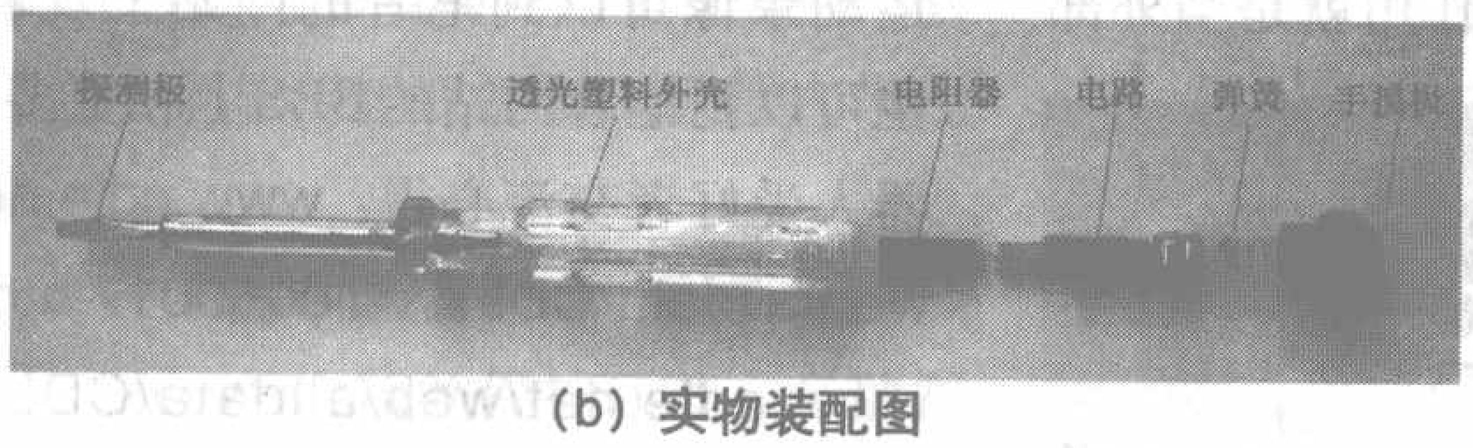
VD紧焊在电路板左边的铜箔面，把晶体三极管VT1、VT2的管脚均齐根弯成90°，插焊在电路板上，焊接后的多余部分应剪掉。注意：VT1的基极不要剪短，把它引至发光二极管VD的顶端，稍弯一下以便和测电笔内原有的电阻器可靠接触；VT2的发射极也不要剪短，按图弯过后作为电池G的负极接线。另外，从电路板上VT1的集电极端焊一根稍硬些的塑料外皮电线，取适当长度（约25mm），使它和电池G的正极扣在一起。组装好的电子电路，其整体长度和体积与氖管测电笔内部的氖管相差无几，为下一步顺利改造普通氖管测电笔奠定了基础。

多功能测电笔的装配可参照图5进行，图5（a）为内部结构剖面图，图5（b）为实物装配图。所用普通氖管测电笔既可以是起子式的，也可以是钢笔式的，只要能够放入图4（b）所示的电子电路就行。具体装配方法：打开欲改造的普通测电笔的后盖，取出里面的弹簧、氖管（不再用），放入电路板和电池，注意使晶体三极管VT1的基极和测电笔内的电阻器R接触，并使电池G也接触良好，然后放入弹簧、拧上后盖，多功能测电笔便装配好了。

可通过自测，判断多功能测电笔是否工作正常。方法是：用两手分别去接触探测极和尾部的手摸极，如果发光二极管VD亮，则表示测电笔工作



(a) 内部结构剖面图



(b) 实物装配图

图5 多功能测电笔装配图

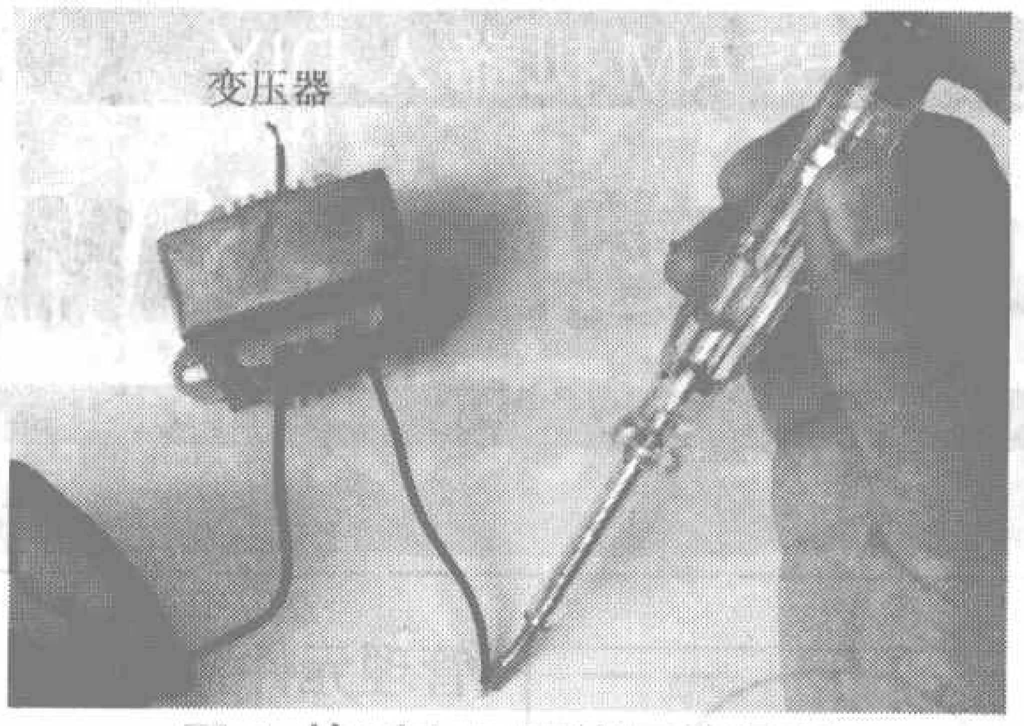


图6 检测变压器线圈的通断

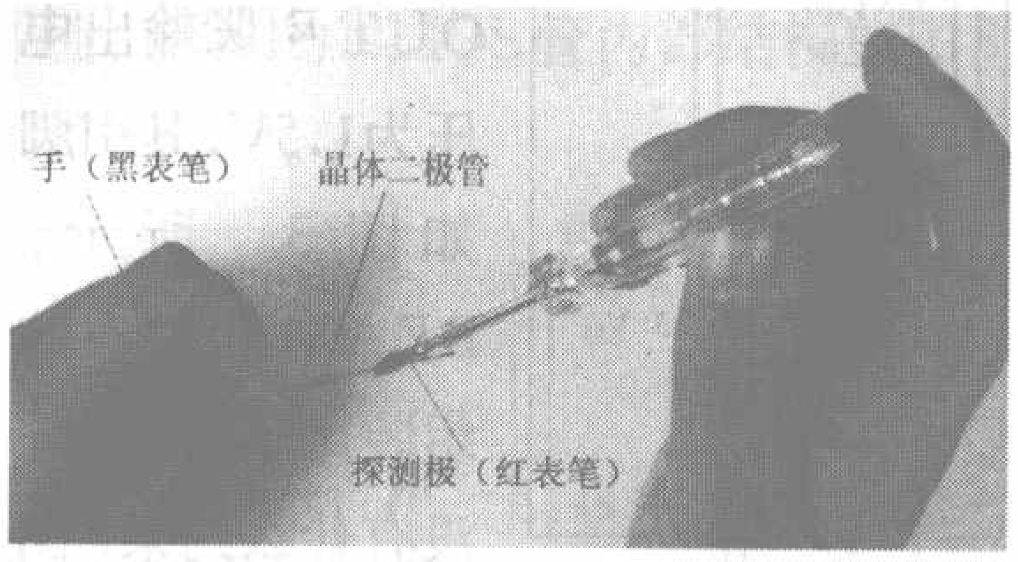


图7 判断晶体二极管的极性

正常；否则，应检查各部件是否接触良好、焊接是否有错误。

该多功能测电笔除了可以像普通氖管测电笔一样使用外，还具有以下比较典型的用途及使用方法：

1.检测电感器、变压器等线圈的通断。如图6所示，一手持测电笔（注意手指要接触手摸极），用测电笔的探测极去触及电感器、变压器等线圈的一端，另一只手捏住线圈的另一端，如果测电笔内部发光二极管亮，说明线圈是通的，否则便不通。

2.判断晶体二极管的极性。如图7所示，直接用手捏住晶体二极管的一端，另一只手接触测电笔的手摸极，并同时用探测极去接触晶体二极管的另一端，如果测电笔内部发光二极管发光，说明手捏一端是晶体二极管的正极，接触测电笔探测极的一端是负极；如果发光二极管不发光，说明情况正好相反。这里捏住晶体二极管一端的人手，相当于用万用表欧姆

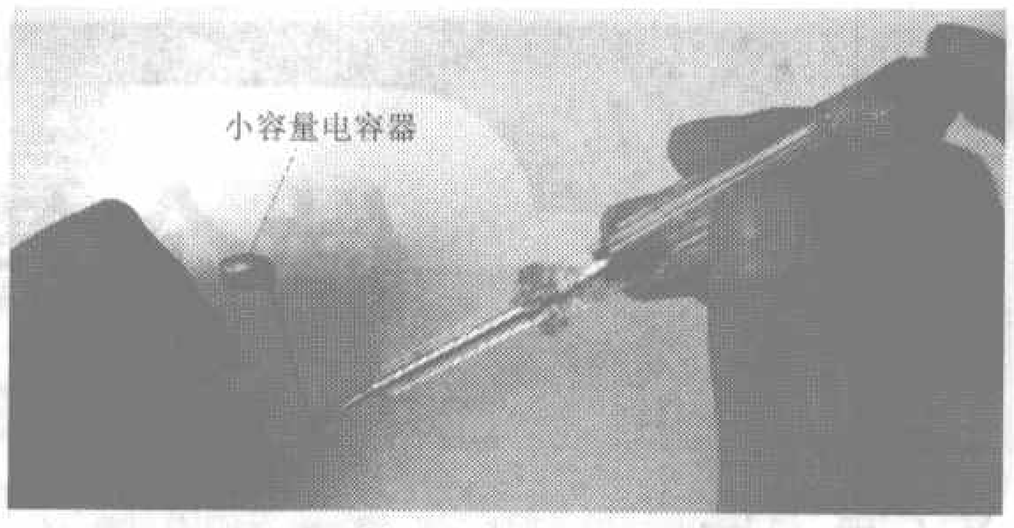


图8 估测小容量电容器

挡判断晶体二极管极性时的黑表笔，而测电笔的探测极相当于红表笔。掌握了这一规律，还可用这个测电笔判断电阻器是否开路，晶体三极管、晶闸管等的极性。具体方法读者可动脑、动手总结，这里不再赘述。由于用两手代替了平常测量常用的表笔，因此操作起来比万用表还要方便。

3.估测小容量电容器。此测电笔可粗略估计从十几个皮法到零点几微法的电容器，方法如图8所示，一开始可看到测电笔内部发光二极管发光并逐渐熄灭的电容充电过程，通过观察发光亮度及所亮时间的长短，来判断电容器容量的大小。容量越大，亮度越高，所亮时间越长，反之亦然。如果测电笔内部发光二极管长亮不灭，可判断为电容器内部击穿短路或漏电；如果测电笔内部发光二极管始终不亮时，可短路一下电容器两脚（放电）或调换电容器引脚再测试，如仍然不亮则可判断为电容器内部开路。由于测电笔电路的放大倍数非常高，用它测小电容器比使用万用表R × 1k挡还灵敏得多。另外，电容器稍有漏电，测电笔内部发光二极管便会一直发光。需要注意，不能用它来测试电解电容器。

4.感应法测220V交流电。不用把测电笔的探测极接触到交流电源的金属部分，只要靠到电线绝缘外皮、电器塑料外壳等上面，就可以通过观察测电笔内部发光二极管的亮灭与否，分辨出相（火）线和零（地）线以及是否带市电。利用这一特性还可隔着塑料外皮找出通电电线中的断点位置。

BEAM机器人DIY

做个简单有趣的BEAM机器人

文/温正伟

读者朋友看了上期的《什么是BEAM机器人》一文后对BEAM机器人的制作感兴趣吗？是不是又感到有点摸不着头脑？那不如照本文的介绍做一个最简单的BEAM机器人吧！

本文介绍的BEAM机器人是以太阳能为动力的昆虫机器人，当这个机器人受到一定的光线照射后，以小型电机做的脚便会移动整个身体，光线越强移动越快，光线越弱移动越慢，甚至停止不动。在这里光线就是它的“食物”，机器人得到食物(光线)便可以行动，而这个动作并不是预先编制的，而是受外界光线千变万化的影响。

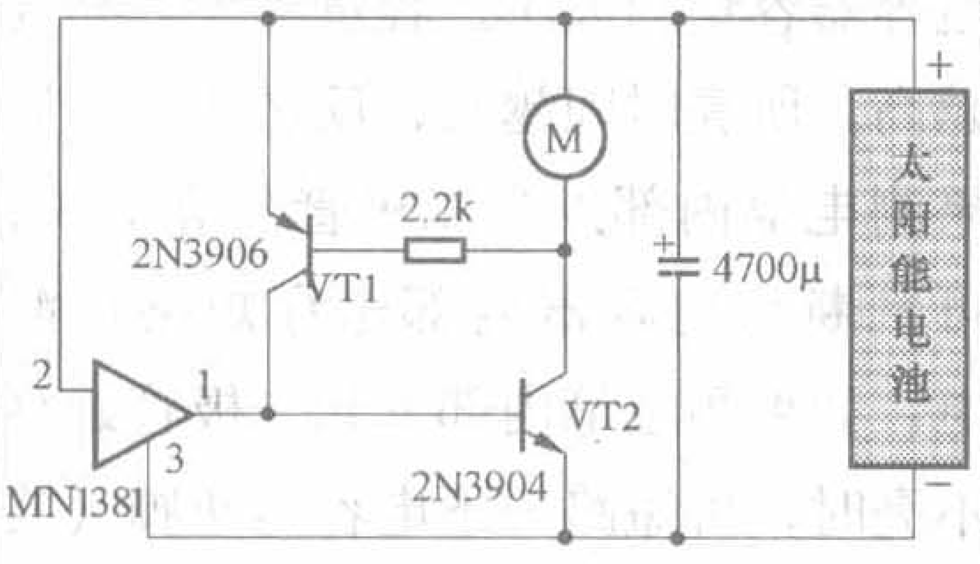


图1

图1是一个以MN1381元件为主的BEAM机器人，它由图2中的MN1381、小型太阳能电池板、三极管2N3906、2N3904和2.2k电阻、4700μF电解电容及小型直流电机组成。制作BEAM机器人的部件可以来自废旧的电器部件，小型直流电机可以使用随身听中的小电机，三极管也可以使用别的型号。MN1381是松下公司生产的电压管理元件，当电源电压大于1.8V，OUT引脚输出电压为1.5V，其引脚如图3所示。BEAM机器人的组装比较随意，并没有什么约束，图4便是笔者组装后的成品。

图2

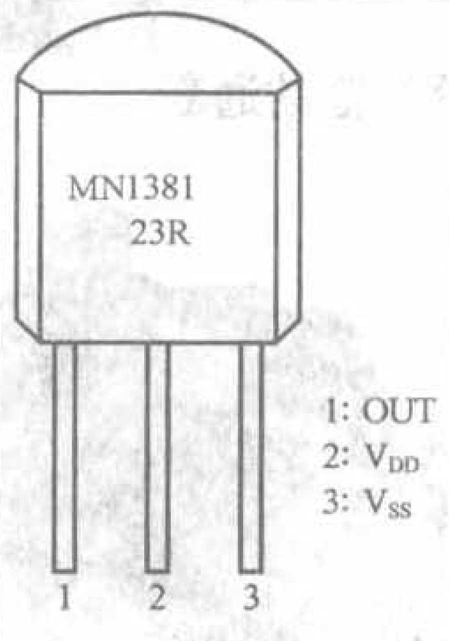


图3

图1所示电路图原理如下：

当有光线照射到太阳能电池板时，电解电容器充电，两端电压逐渐上升。当电容电压升至2.7V时，1381的1脚输出0.8V，这时2N3904导通，电机转动，2N3906的基极被拉低，2N3906导通。这时因为电机转动，电解电容的电压下降到不足2.7V。但因为2N3906这时已导通，所以2N3904的基极仍处于高电平，2N3904和2N3906继续导通，电机继续转动。当电压继续下降到0.7V，三极管关闭，电机也就停转，电容又开始充电，重复以上步骤。

从上面的原理分析可以看出，光线越强，电解电容的充电速度、电机转动速度越快，但这些过程是无意识的。如果你把这个做好的机器人丢在野外环境中，只要有光线和不被破坏得粉碎，它就会一直顽强地“爬行”下去，这就是BEAM机器人的乐趣所在。在这个原理图中MN1381元件就相当于一个神经元，它的作用就是当外部条件达到一定的阀值时，产生反应，这种反应就相当于生物体内的神经反射。

图4

当你看到这里，或许就有想制作的冲动，可能马上就去准备元件，但也许不久你就会失望地回来说：“MN1381元件找不到。”的确这个元件不容易买到，笔者使用的也是友人赠送的。但是不要气馁，使用图5所示的原理图你一定可以轻易找齐元件。

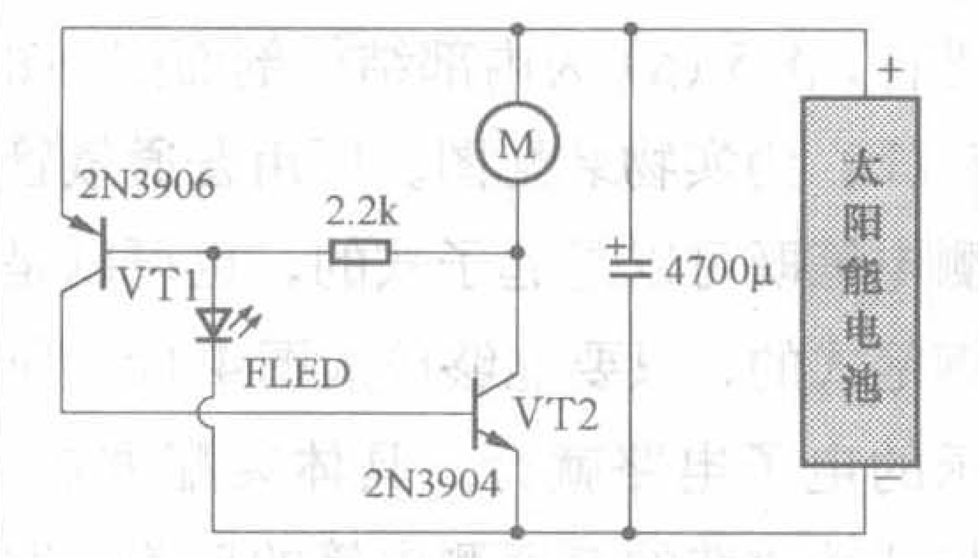


图5

图5只是把MN1381换成了闪光LED，这种LED现在在电子市场上很容易买到，一般有两色的或多色的。使用闪光LED的原理和MN1381基本一样，这里不再分析，图6是做好的实物图片。

图6

这两种制作好的BEAM机器人的运动录像可以到笔者的网站上观看，也可以到笔者网站的BBS上和更多机器人爱好者交流心得：www.cdle.net/web/alldata/CDLE/cdle050017.htm、www.cdle.net/web/alldata/CDLE/cdle050016.htm。

绝缘栅型场效应管实用检测方法与技巧

文/曹 文

绝缘栅型场效应管（MOSFET）除了放大能力稍弱，在导通电阻、开关速度、噪声及抗干扰能力等方面较双极型三极管均有着明显的优势。

由于输入阻抗极高，MOSFET管栅极微量感应电荷产生的电势足以击穿绝缘层而损坏器件。过去许多介绍绝缘栅型场效应管的资料中，一般都需要用捆扎（短接）器件的三只管脚，待MOS管焊接到电路板之后再剪去捆扎线如图1所示，使用非常烦琐。

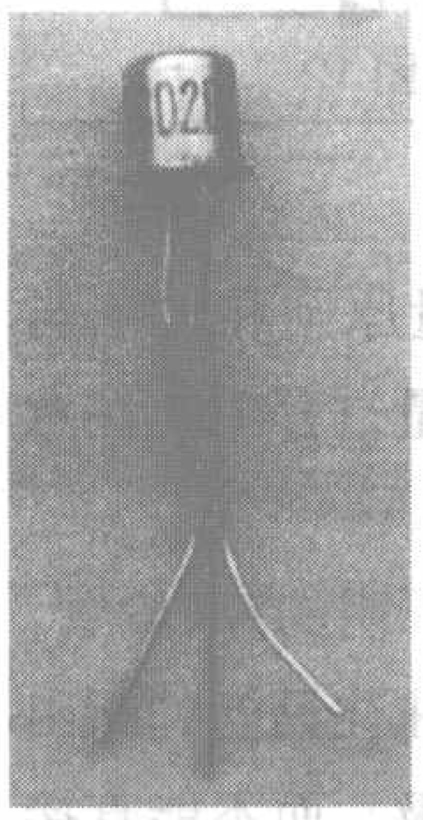


图1

目前市场上销售的MOS管的种类、封装很多，如图2所示。

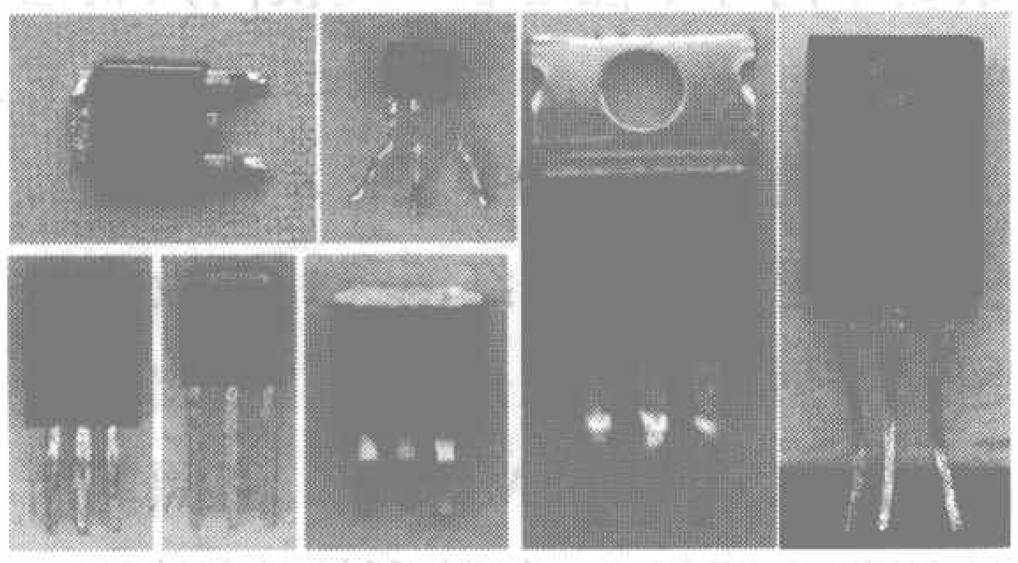


图2

其中的大多数MOS管，尤其是功率型MOS管，内部集成有完善的保护环节，使用起来与双极型三极管一样方便。不过，保护单元的存在却又使得MOS管内部结构变得更加复杂，测试方法也与传统双极型三极管大相径庭。

一、基本类型MOS管测试

MOS管内部的保护环节有多种类型，这就决定了测量过程存在着多样性，常见的NMOS管内部结构如图3、图4所示。

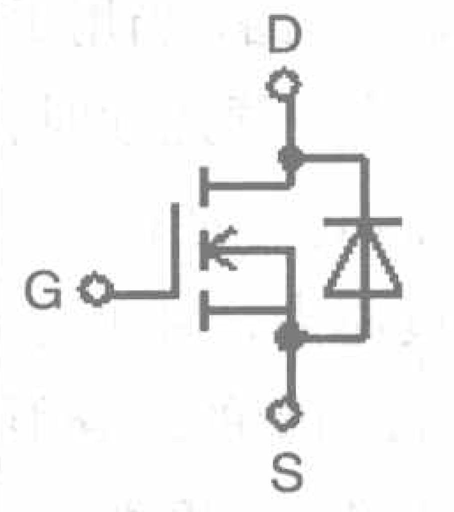


图3

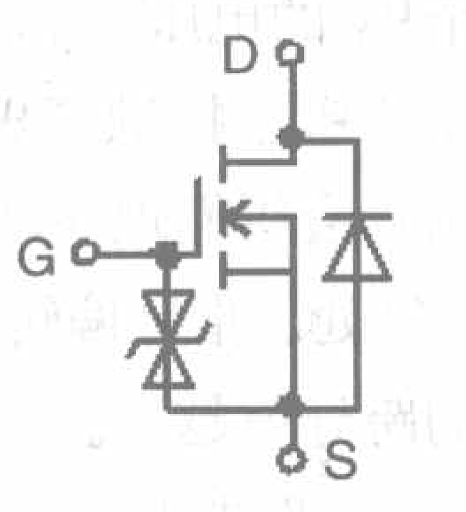


图4

图3、图4所示NMOS管的D–S间均并联有一只寄生二极管(Internal Diode)。与图3稍有不同，图4所示NMOS管的G–S之间还设计了一只类似于双向稳压管的元件“保护二极管”，由于保护二极管的开启电压较高，用万用表一般无法测量出该二极管的单向导电性。因此，这两种管子的测量方法基本类似，具体测试步骤如下：

1. MOS管栅极与漏、源两极之间绝缘阻值很高，因此在测试过程中G–D、G–S之间均表现出很高的电阻值。而寄生二极管的存在将使D、S两只管脚间表现出正反向阻值差异很大的现象。

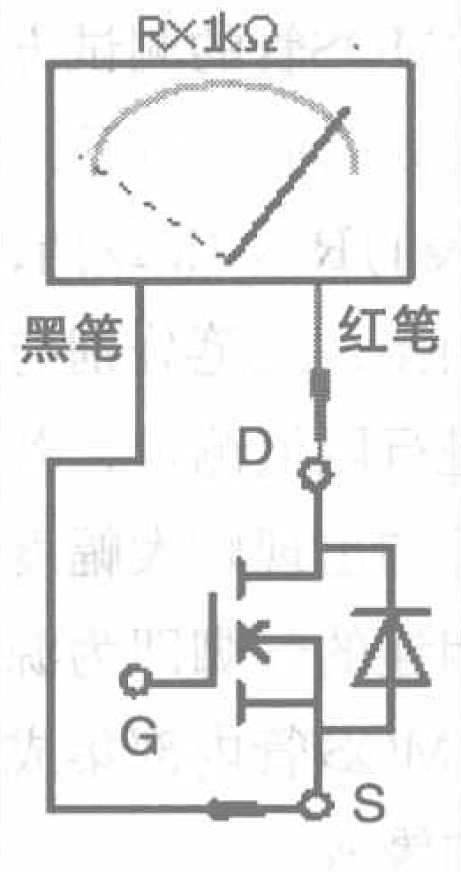


图5

选择指针万用表的R × 1k Ω挡，轮流测试任意两只管脚之间的电阻值。当指针出现较大幅度偏转时，与黑笔相接的管脚即为NMOS管的S极，与红笔相接的管脚为漏极D，剩余第3脚则为栅极G，如图5所示。

2. 短接G、D、S三只电极，泄放掉G–S极间等效结电容在前面测试过程中临时存储电荷所建立起的电压U_{GS}。图4所示MOS管的G–S极间接有双向保护二极管，可跳过这一步。

3. 万用表电阻挡切换到的R × 10k Ω挡（内置9V电池）后调零。将黑笔接漏极D、红笔接源极S，经过上一步的短接放电后，U_{GS}降为0V，MOS管尚未导通，其D–S间电阻R_{DS}为∞，故指针不会发生偏转，如图6所示。

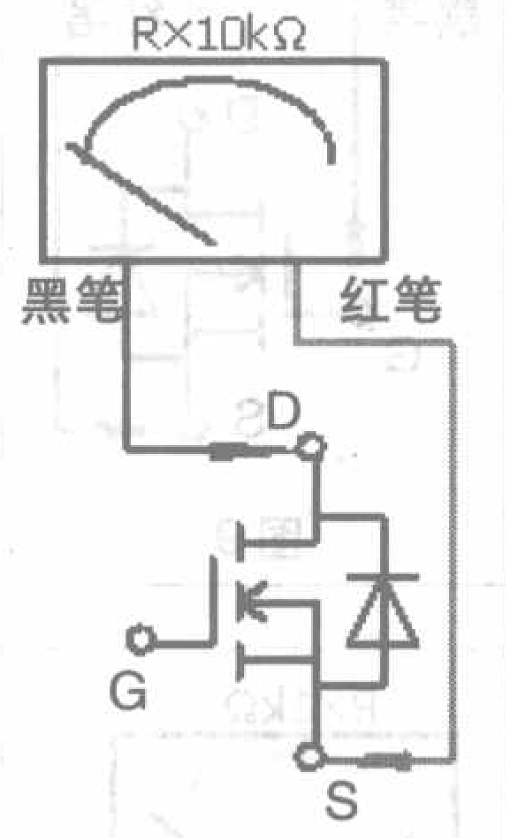


图6

4. 有以下两种方法能够对MOS管的质量与性能作出准确的判断：

第一种方法：

①用手指碰触G–D极，此时指针向右发生偏转，如图7所示。手指松开后，指针略微有一些摆动。

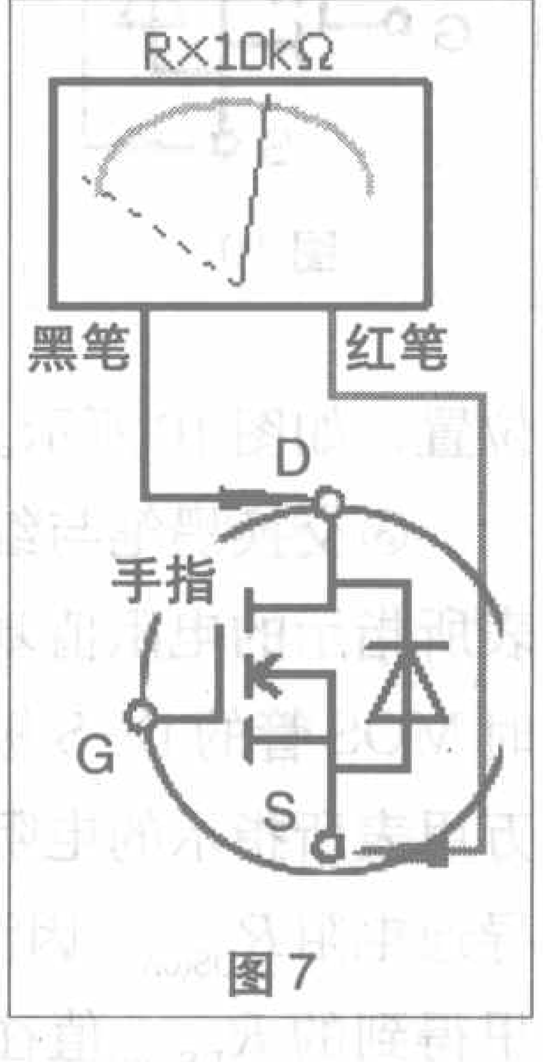


图7

②用手指捏住G–S极，形成放电通道，此时指针缓慢回转至电阻∞的位置，如图8所示。

图4所示MOS管的G–S间接有保

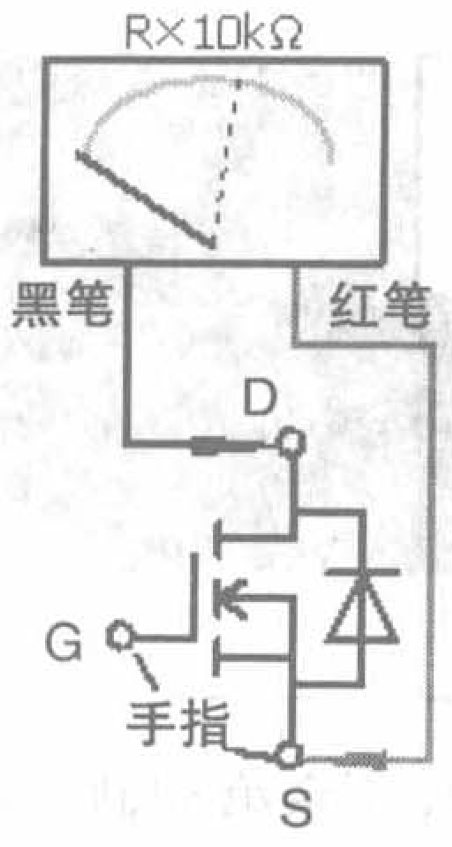


图8

护二极管，手指撤离G–D极后即使不去接触G–S极，指针也将自动回到电阻∞的位置。

值得注意的是，测试过程中手指不要接触与测试步骤不相关的管脚，包括与漏极D相连的散热片，避免后续测量过程中因万用表指针偏转异常而造成误判。

第二种方法：

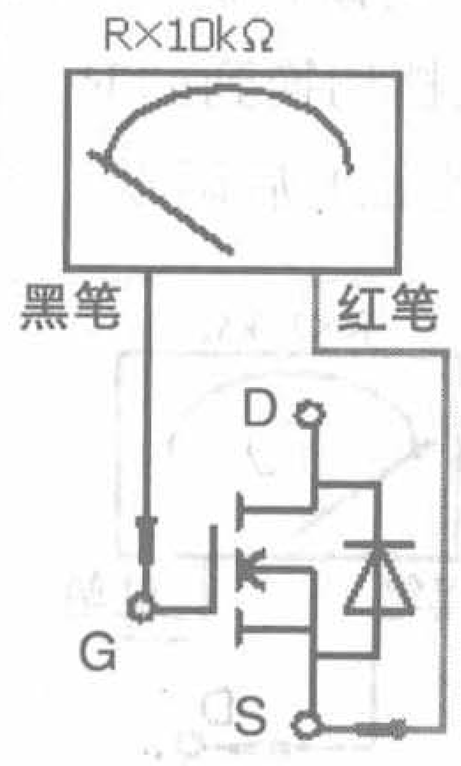


图9

①用红笔接源极S，黑笔接栅极G，对G–S之间的等效结电容进行充电，此时可以忽略万用表指针的轻微偏转，如图9所示。

②切换到R×1Ω挡，换挡后须及时对挡位进行调零。将红笔接到源极S，黑笔移到漏极D，此时MOS管的D–S极导通。根据MOS管类型的不同，万用表指针停留在十几欧姆至零点几欧姆不等的位置，如图10所示。

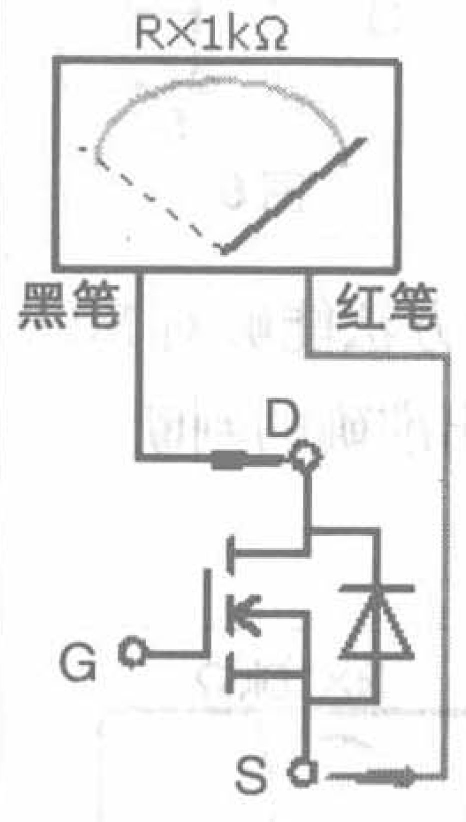


图10

③交换黑笔与红笔的位置，万用表所指示的电阻值基本不变，说明此时MOS管的D–S极已经导通。当前万用表所指示的电阻值近似为D–S极导通电阻$R_{DS(on)}$。因测试条件所限，这里得到的$R_{DS(on)}$值往往比手册中给出的典型值偏大。

对于图4所示的MOS管，因G–S间保护二极管的存在，万用表指针在接近零刻度位置后，将自动回复到电阻∞位置。

5. 放大能力（跨导）的估测

判断NMOS管跨导性能时，选择万用表的R × 10kΩ电阻挡，此时表内电压较高。对于垂直沟道的VMOS管（如2SJ353），用R × 1kΩ挡即可完成所有的测试功能。

将万用表红表笔接源极S、黑表笔接漏极D，相当于在D–S之间加上一个9V的电压。此时栅极开路，当用手指或镊子接触栅极G并停顿几秒时，指针会缓慢地偏转到满刻度的1/3～1/2处。指针偏转角度越大，MOS管的跨导值越高。如果被测管的跨导很小，用此法测试时指针偏转幅度很小。

二、特殊小功率MOS管的测试

图3所示MOS管在目前使用较广，典型器件如NMOS型的IRF740、IRF830、PMOS型的IRF9630等。图4所示的MOS管以NMOS型居多，2SK1548、FS3KM16A为这类MOS器件的典型代表。此外，还有一类比较特殊的MOS管，这类MOS管的栅极G在并联保护二极管的同时还集成有一只电阻，结构如图11所示。

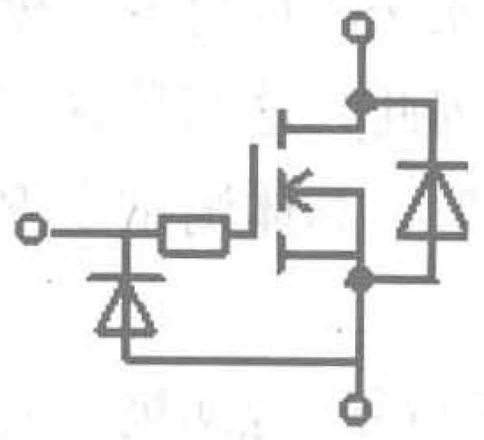


图11

图11所示的MOS管在小功率器件中采用较多，如常见的2SK1825。这类NMOS管与前述两种MOS管的测试方法区别较大，正确的测试步骤如下。

1. 切换到万用表的R × 1kΩ挡，将黑笔与某只引脚相接，红笔分别与其余两只引脚相接进行阻值测量，若两次测试过程中指针均出现较大幅度的偏转，则与黑笔相连的管脚即为源极S。这主要是由于MOS管内部集成有两只保护二极管的缘故。

2. 为了区分漏极D与栅极G，接下来可参考NPN三极管集电极C与发射极E的识别程序进行测试：

①假设剩余管脚中的某一只为漏极D并将其与黑笔相接，红笔则接假设的栅极G；

②用手指捏住假设的栅极G与漏极D，观察指针的偏转情况。若指针偏转幅度较大，则与黑笔相接的管脚即为漏极D，与红笔相接的则为栅极，测试原理如图12所示。

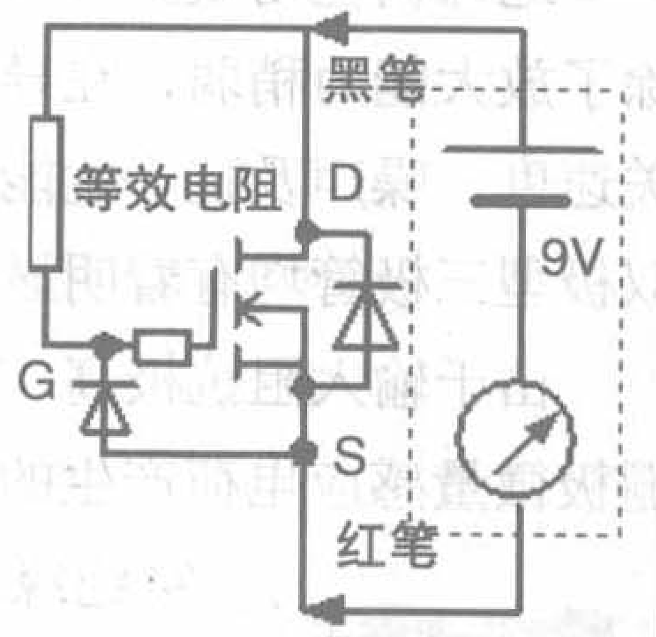


图12

三、型号不明的MOS管的测量

PMOS管的测量原则和方法与NMOS管类似，在测量过程中应注意将表笔的顺序颠倒。

但是，对于型号不明的MOS管，通过检测单向导电性往往只能判断出其中哪一只管脚为栅极，而不能直接识别管子的极性和D、S极。对此，合理的测试方法如下：

1. 万用表取R × 1kΩ挡，在观察到单向导电性之后，交换两只表笔的位置；

2. 将万用表切换至R × 10kΩ挡，保持黑笔不动，将红笔移到栅极G停留几秒后再回到原位，若指针出现满偏，则该元件为PMOS管，且黑笔所接管脚为源极S、红笔所接为漏极D；

3. 若第2步指针没有发生大幅度偏转，则保持红笔位置不变，将黑笔移到栅极G停留几秒后回到原位，若指针满偏则管子类型为NMOS，黑笔所接管脚为漏极D、红笔所接为源极S。

MOS管的种类较多，测试方法也不尽相同，实际工作中需要在充分掌握上述测试原则的基础上灵活地选择合适的测试方法。

小制作点点通

怎样制作超声波“电筒”

文/莫 恩

超声波“电筒”不是通常意义上的电筒，它既不发光，也不发声，可以在旁人毫无觉察的情况下，探测出前方2m范围内的障碍物。超声波电筒可以作为盲人行路的有力助手，帮助盲人“看见”前方的障碍物，如图1所示。它还可以作为游戏的有趣用具：蒙上眼睛，依靠超声波电筒，看谁能迅速绕过障碍物。

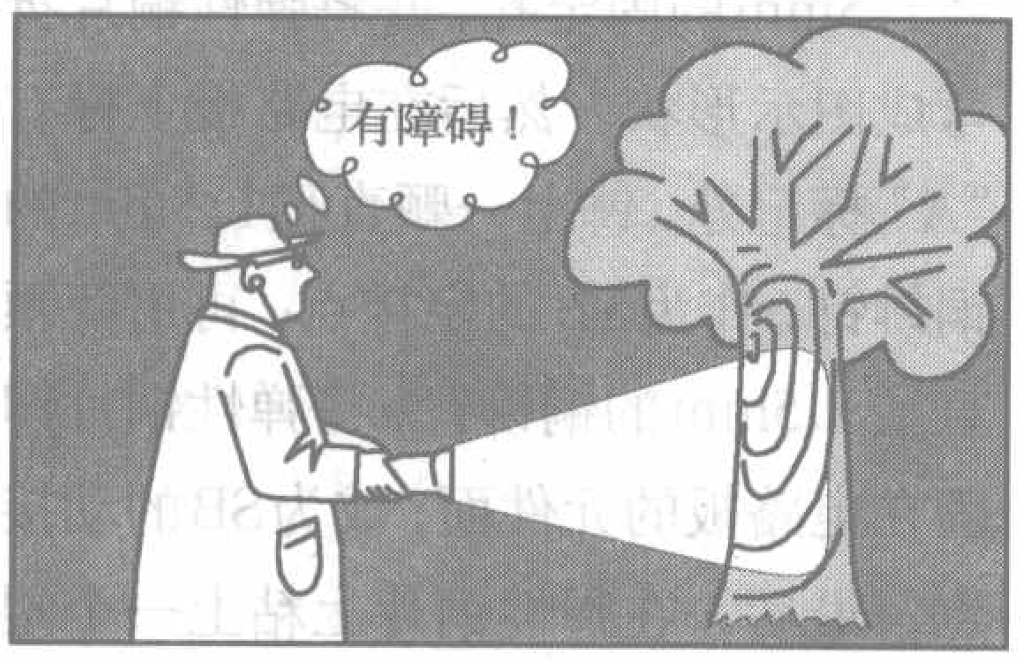


图1

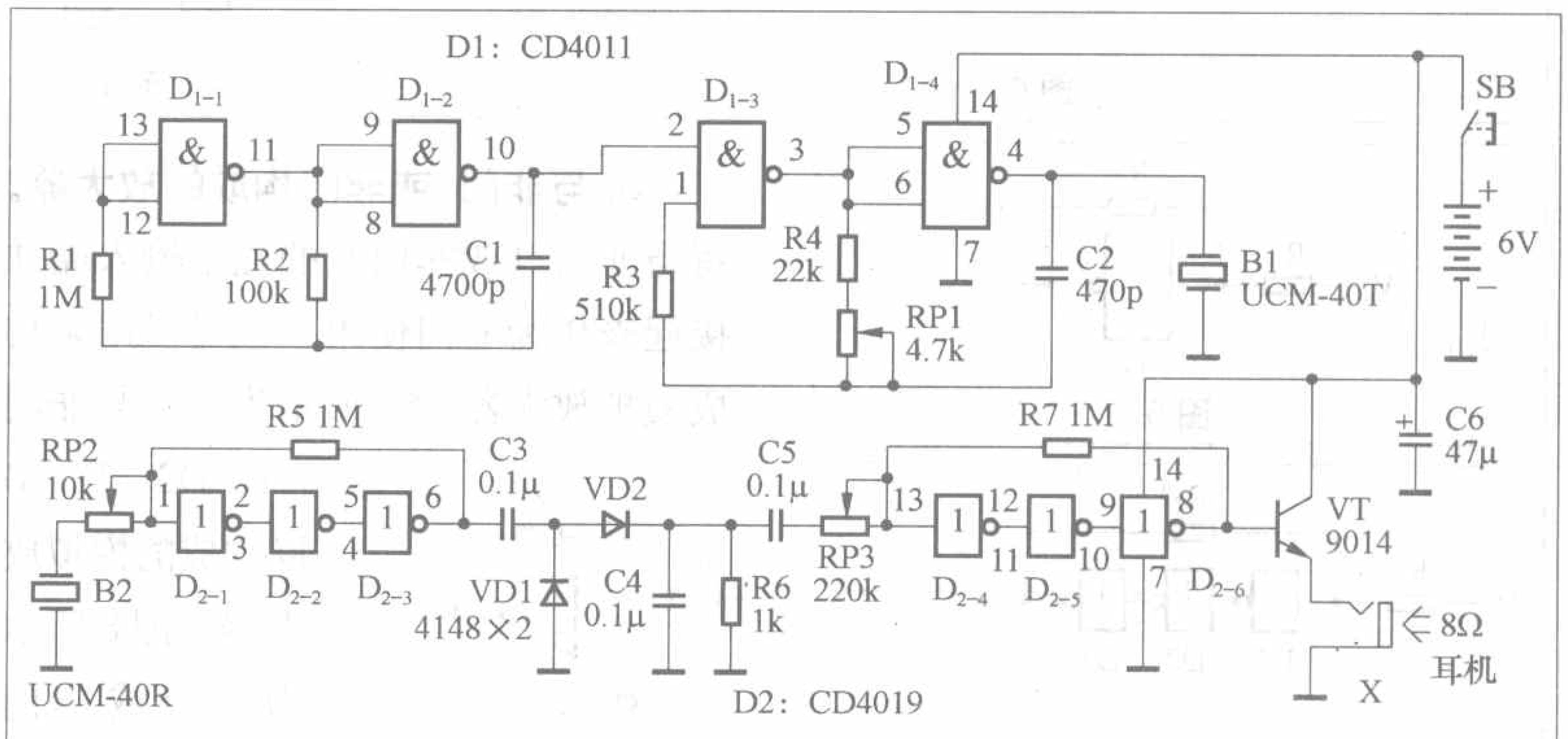


图2

一、电路工作原理

超声波电筒实际上是一个主动式超声波探测器，其工作原理类似于蝙蝠。使用时，超声波电筒的发射装置向前方发射看不见、听不到的超声波束。超声波束遇到障碍物时会被反射回来，被超声波电筒的接收装置接收后，处理成为音响信号。这样，通过听觉便“看见”了一定距离内的障碍物。根据音响信号的大小，还可以判断出障碍物的远近。

1. 电路结构。图2所示为超声波电筒电路图，由发射电路和接收电路两部分组成。

(1)电路图上半部分为发射电路，包括与非门D1-1、D1-2等构成的音频多谐振荡器，振荡频率约1kHz；D1-3、D1-4等构成的超音频门控多谐振荡器，振荡频率为40kHz，并受1kHz音频信号的调制。

(2)电路图下半部分为接收电路，包括非门D2-1、D2-2、D2-3等构成的线性交流放大器，对40kHz的超声波回波进行放大；C3、VD1、VD2等构成的倍压检波电路；D2-4、D2-5、D2-6等构成的另一个线性交流放大器，对检波出的1kHz音频信号进行放大。

2. 工作原理。超声波电筒工作原理如图3所示。发射电路中超音频振荡器产生的40kHz超音频振荡信号，被音频信号调制后，通过超声波换能器向外发射超声波束。

接收电路中的超声波换能器接收到障碍物反射回来的超声波回波后，将其转换为电信号，经超音频放大、检波、音频放大后，使耳机发声。声音大小与接收到的超声波回波的强弱（即与障碍物的距离）有关。

二、CMOS门电路的模拟应用

CMOS门电路典型运用时处理的是二进制数字信号，其输入、输出端只有两种状态：“1”或者“0”。但电路状态在两者之间变换时依然是需要时间的，也就是说在“1”和“0”之间有一个短暂的逐渐变化的过渡过程，利用这个特性可以将CMOS门电路变通作模拟应用，例如作小信号交流放大器，这在某些场合会给我们的电子制作带来很大的方便。

给CMOS门电路加上适当的偏置电压，可使其工作于线性放大状态。如图4所示，在非门D的输出端与输入端之间并接一个反馈电阻R_f，将非门D的工作点偏置于转移特性曲线的中间，则构成了一个线性模拟放大器，其工作点及输入、输出信号波形如图4所示。

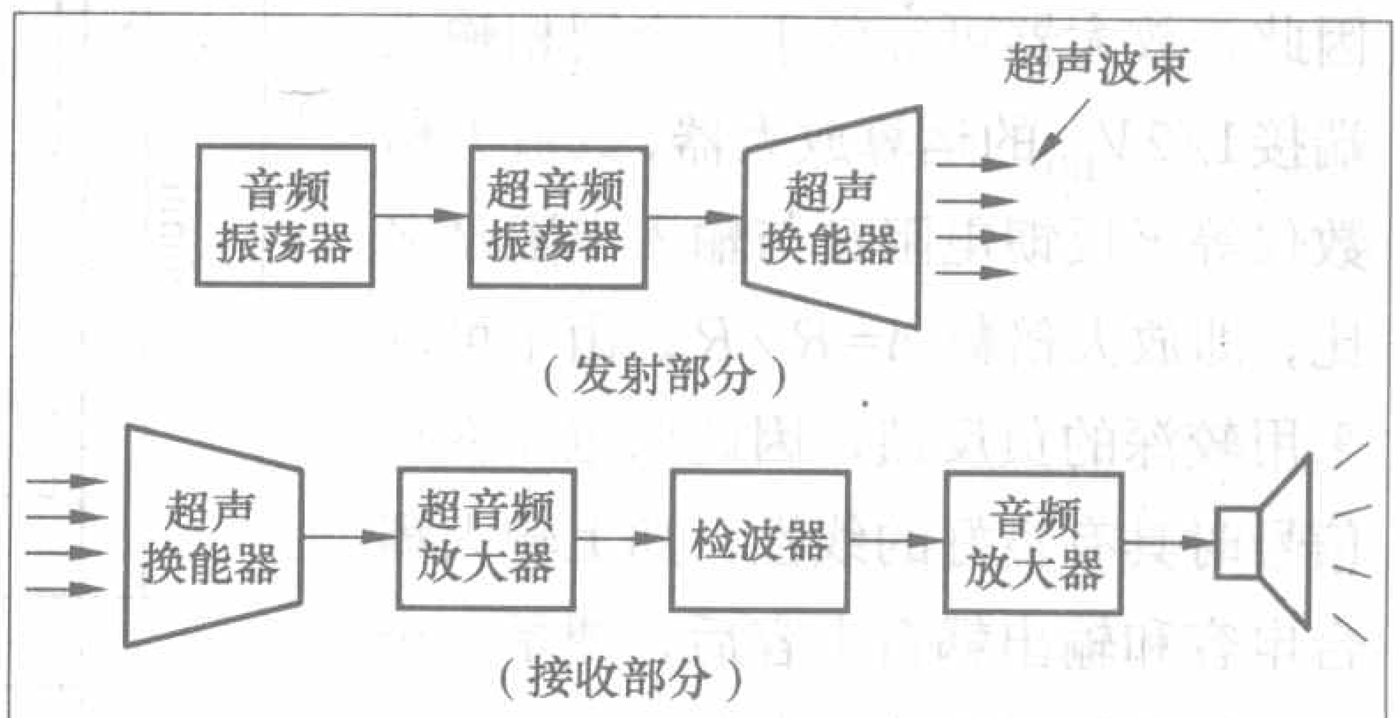


图3

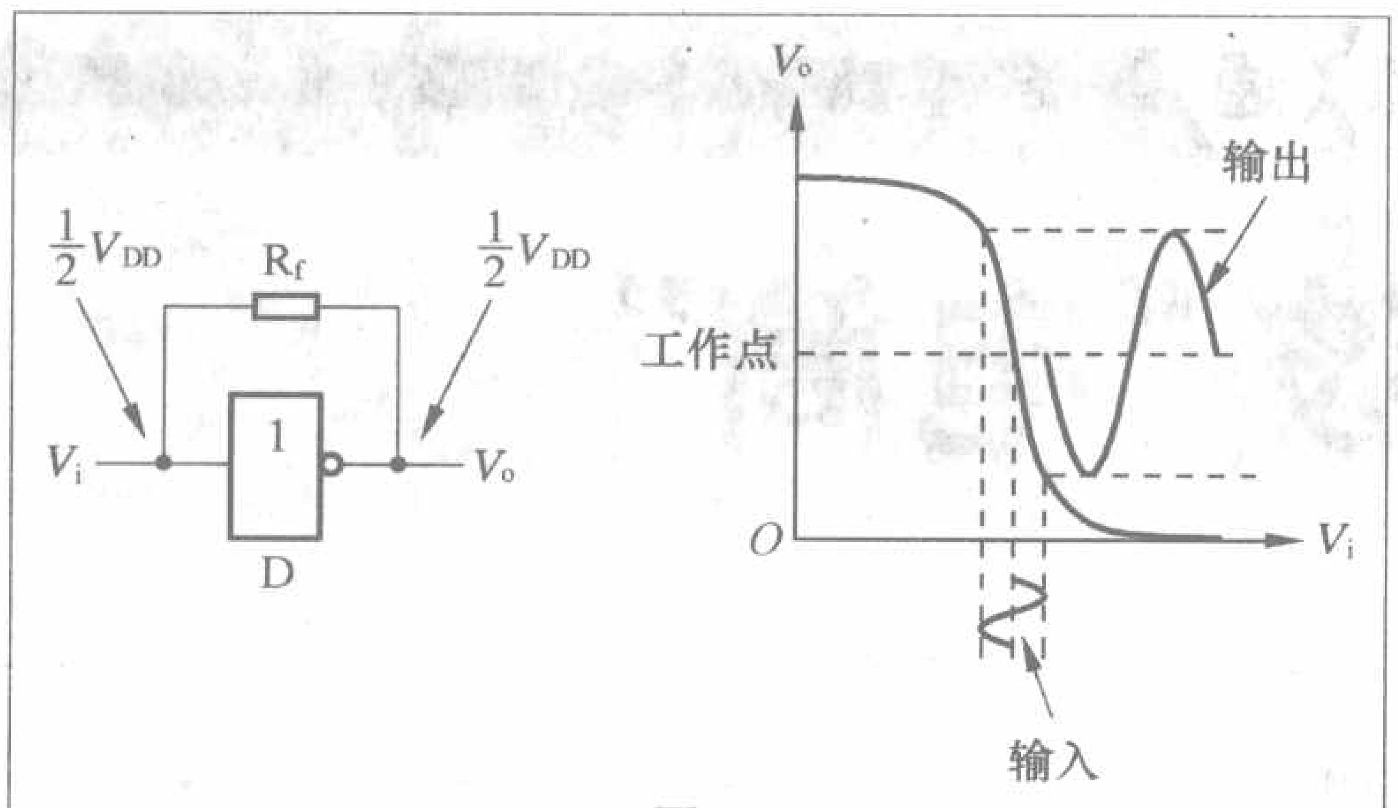


图 4

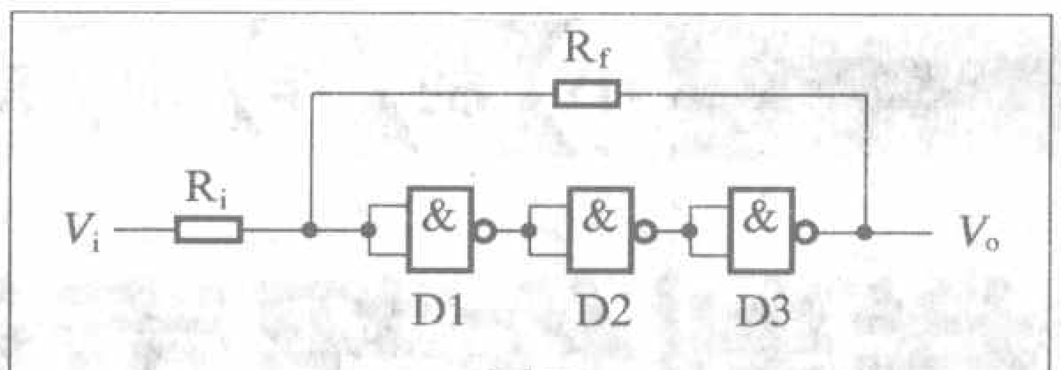


图 7

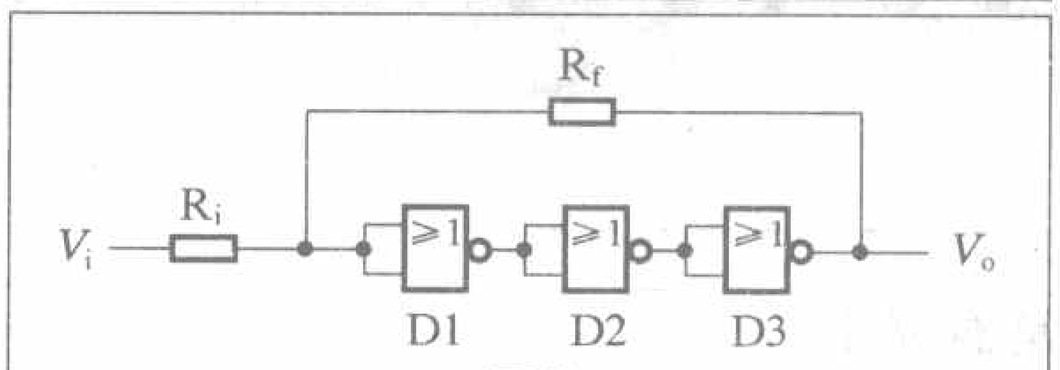


图 8

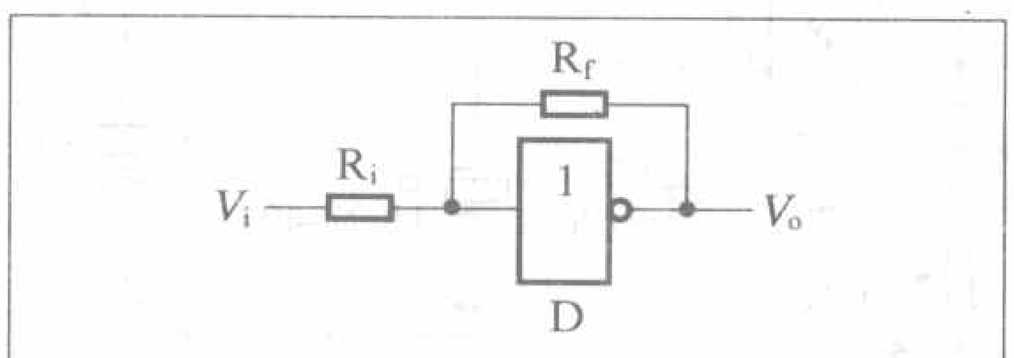


图 5

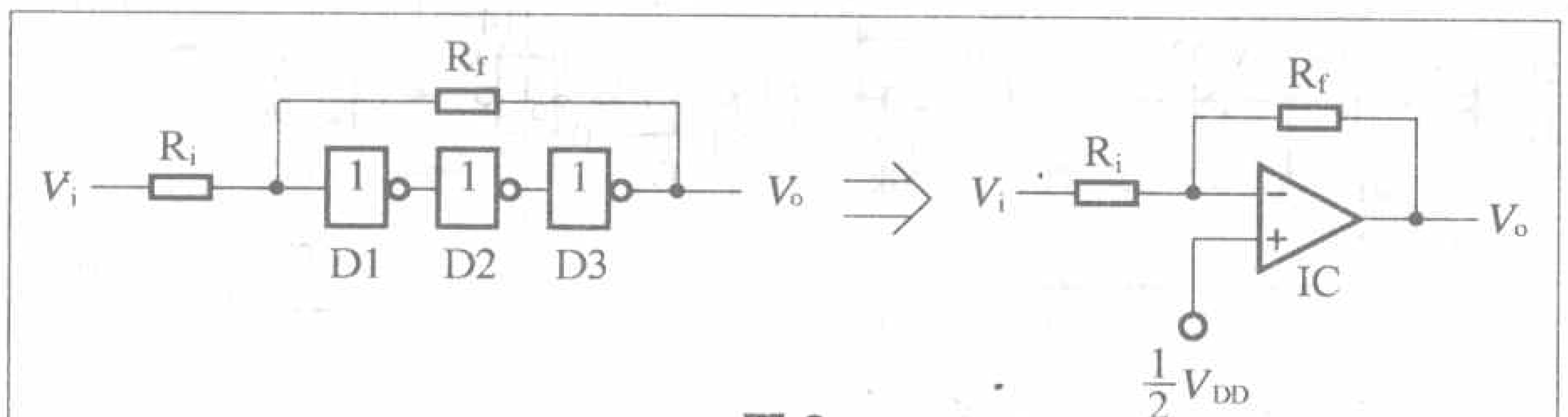


图 6

1. 单个非门构成的放大器。 图4所示放大器工作于开环状态，其放大倍数等于非门D的开环放大倍数，但电路失真严重。图5所示为加入了负反馈的采用单个非门构成的放大器，R_f为反馈电阻，R_i为输入电阻，放大器的放大倍数与反馈电阻R_f与输入电阻R_i的比值有关。加入了负反馈可以改善放大器的失真，但由于单个非门的开环增益有限，所以该放大器的放大倍数较小。

2. 三个非门串联构成的放大器。 采用奇数个非门串联可以大大提高开环增益。图6所示为采用三个非门D1、D2、D3串联构成的模拟放大器，三级非门串联可以获得很高的开环增益，因此该放大器可等效于一个同相输入端接$1/2V_{DD}$的运算放大器，其放大倍数仅等于反馈电阻R_f与输入电阻R_i之比，即放大倍数$A=R_f/R_i$。由于可以采用较深的负反馈，因此该电路在小信号时具有良好的线性，加上输入耦合电容和输出耦合电容后，便是一个实用的小信号交流放大器。

3. 与非门、或非门构成的放大器。 将与非门（或非门）的几个输入端并接起来作为非门使用，也可以用来构成模拟放大器。图7所示为三个与非门D1、D2、D3串联构成的模拟放大器，图8所示为三个或非门D1、D2、D3串联构成的模拟放大器。

三、元器件选择

超声波换能器采用压电晶体换能器。发射用超声波换能器（B1）的型号为UCM-40T，接收用超声波换能器（B2）的型号为UCM-40R，两者外形一样，使用中注意不要搞错。超声波换能器有防护网的一面是发射或接收面，如图9所示。

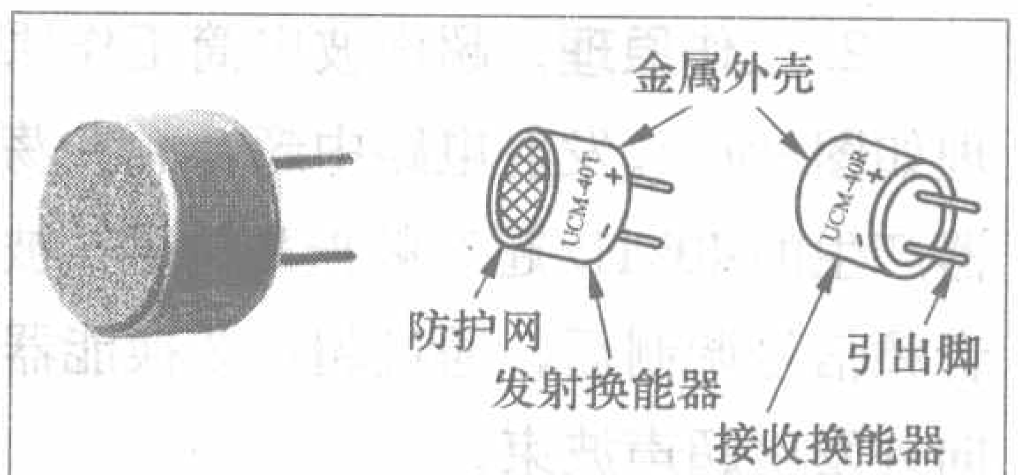


图 9

D1采用CMOS四与非门电路CD4011，D2采用CMOS六非门电路CD4069，均为14脚双列直插式封装，如图10所示。其余元器件如图2所示。

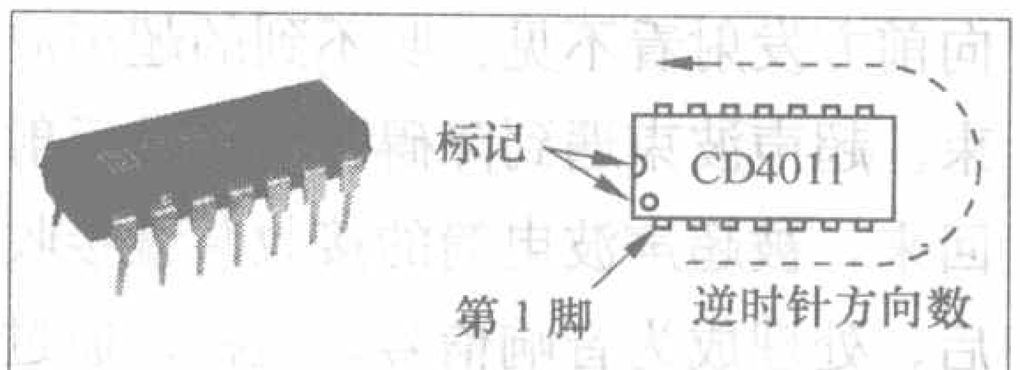


图 10

四、制作方法与步骤

1. 制作电路板。 按图11所示尺寸，用单面敷铜板制成电路板，并钻好各元器件的安装孔（直径1mm左右）。图中标有“A”标记处的一个孔和标有“B”标记处的两个孔，直径均为1.5mm，用于安装按钮开关。

2. 自制按钮SB。 按图12所示尺寸将弹性铜片裁剪成形，钻好两个直径1.5mm的固定孔，并将弹性铜片折弯成图示形状。然后在电路板上标有“A”标记处，铆上一颗直径1.5mm的铜铆钉，作为SB的定接点；再用两颗直径1.5mm的铜铆钉，将弹性铜片铆固在电路板的元件面，成为SB的动接点。最后，在弹性铜片上粘上一个塑料按钮帽，按钮开关SB便制作完成了。

3. 改制电池接口板。 如图13所示，从废旧层叠电池中拆出其顶端铆有电池按扣的小胶木板，焊上引线即

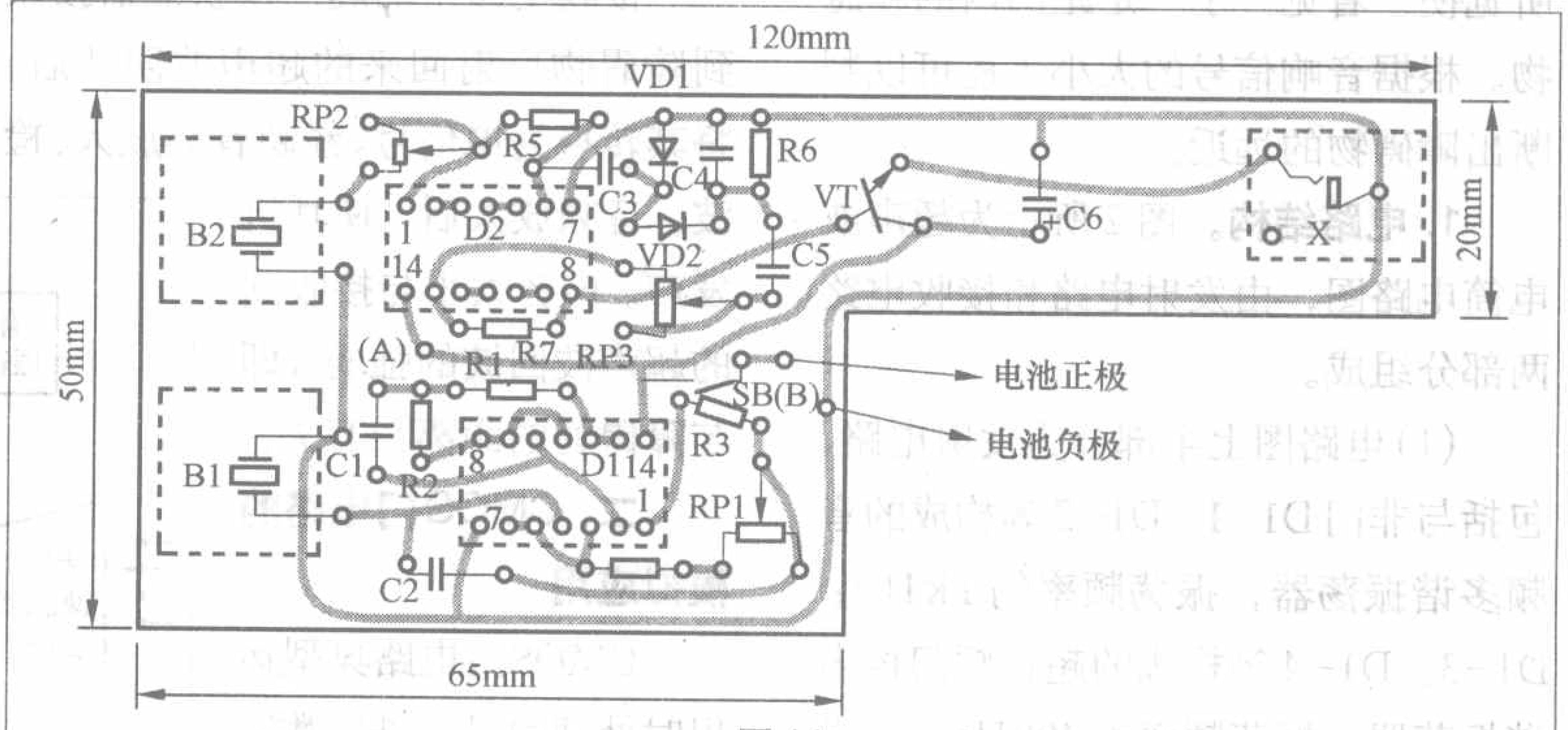


图 11

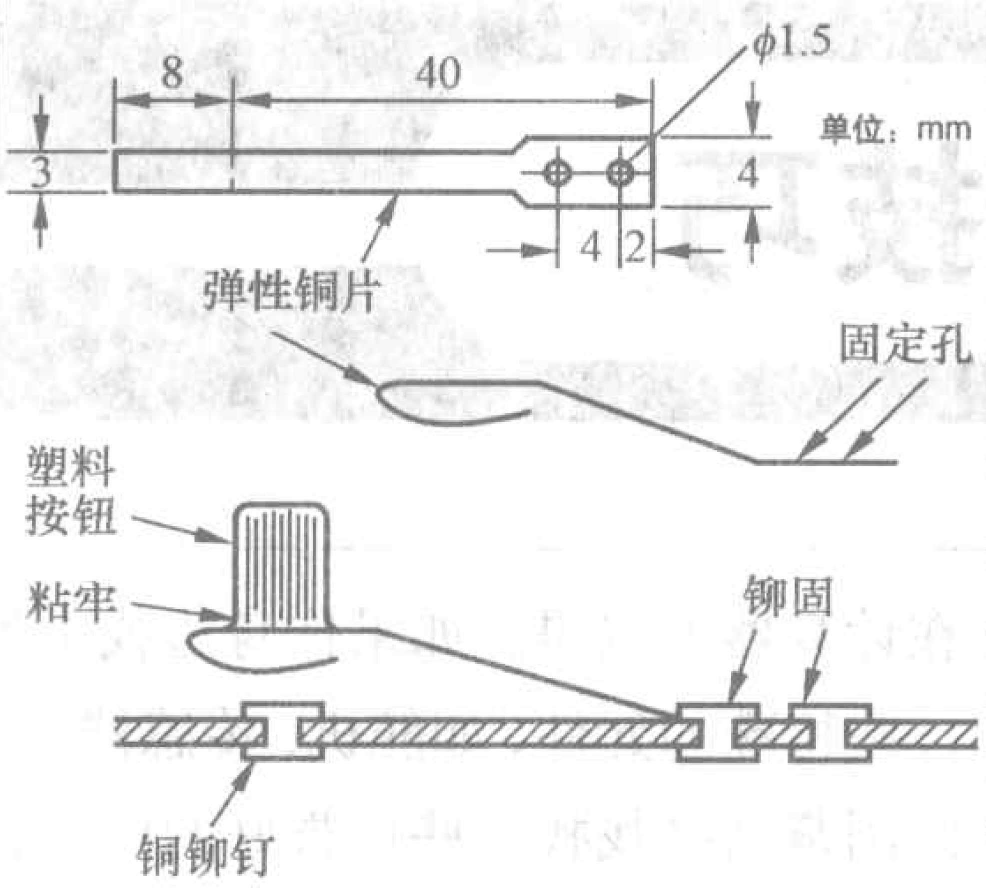


图 12

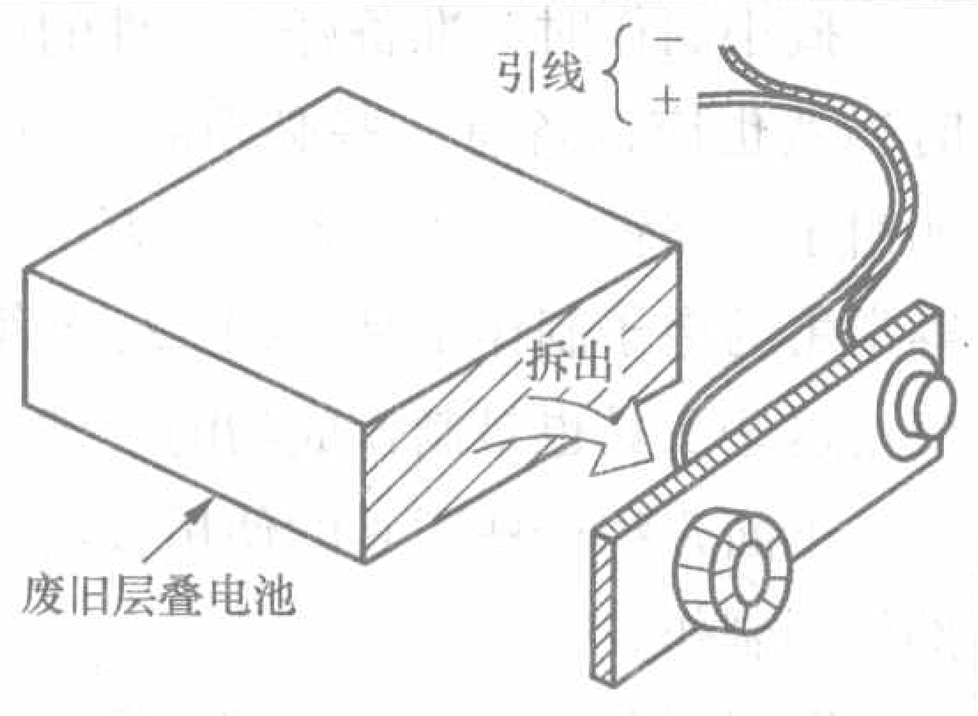


图 13

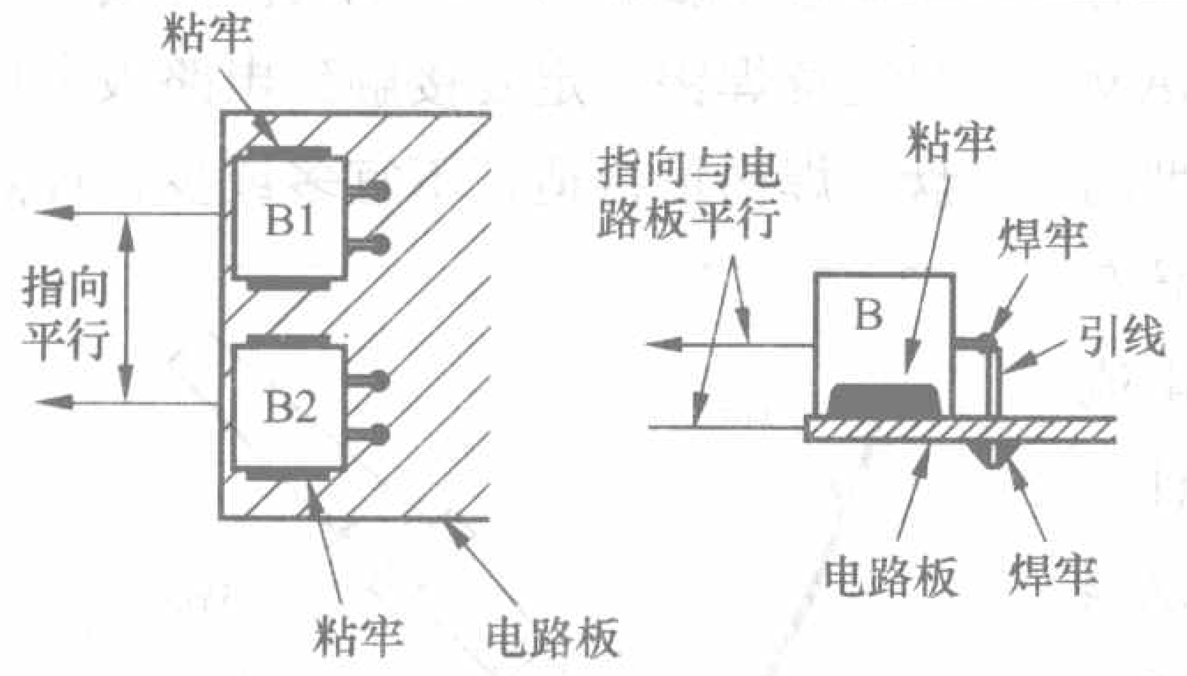


图 14

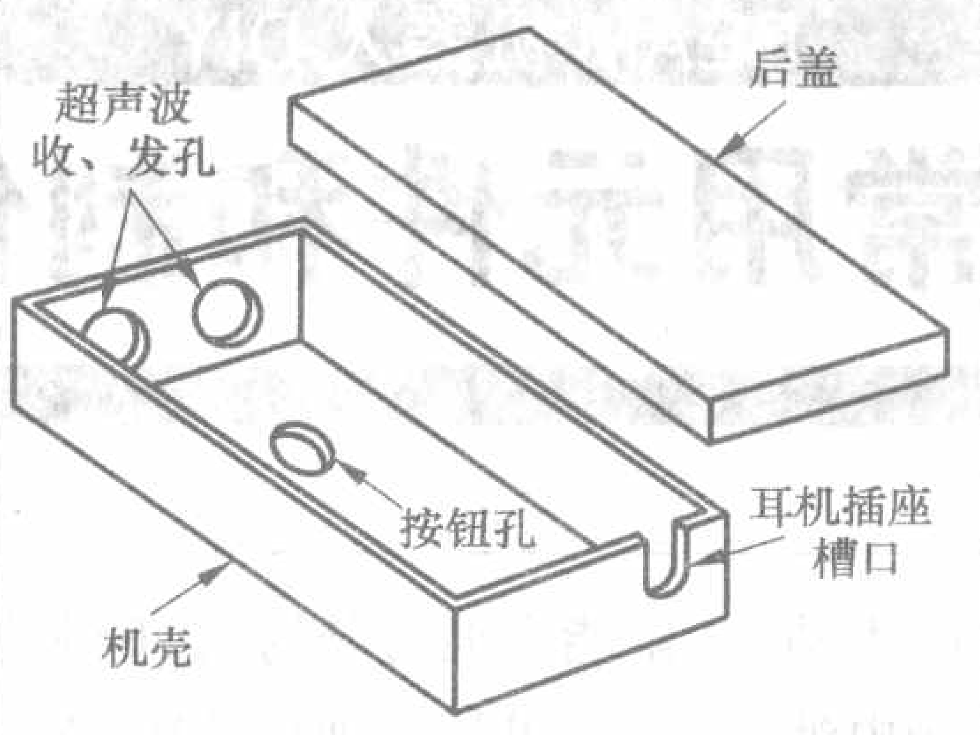


图 15

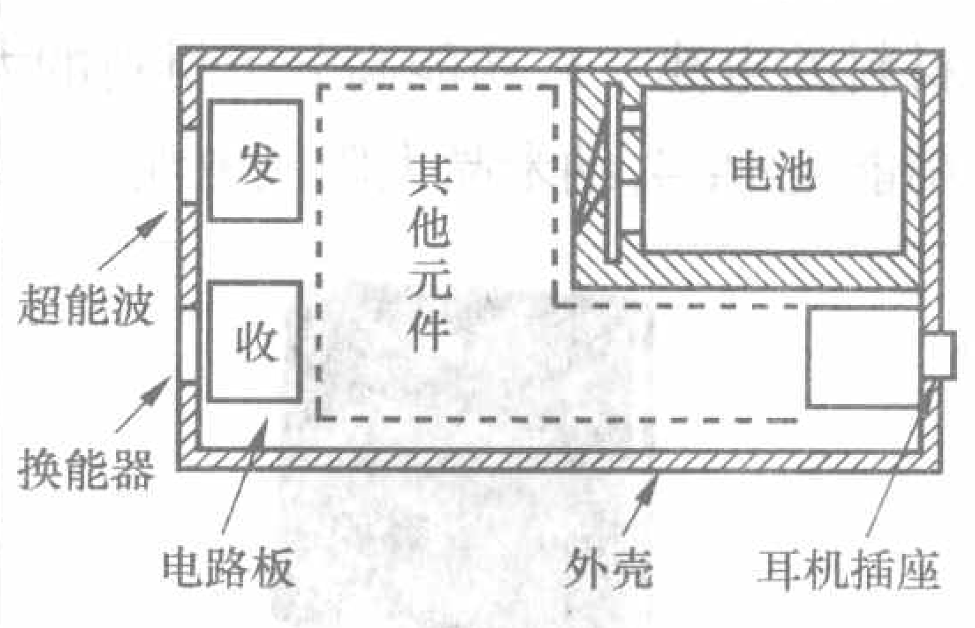


图 16

可。应注意，阴扣连接正极引线，阳扣连接负极引线，以确保电池接入正确。

4. 焊接安装。将各元器件焊入电路板相应位置。焊接CMOS集成电路时，电烙铁外壳应可靠接地，焊接时间不宜过长，以免损坏。

超声波换能器B1、B2应先用玻璃胶粘牢在电路板的元件面，其发射或接收波束指向应互相平行，并应与电路板平面保持平行，如图14所示。其引脚通过导线焊入电路板铜箔面相应位置。

5. 制作外壳。超声波电筒的外壳可用适合的塑料小盒改制，并如图15所示在塑料机壳上开挖出超声波收发孔、使用按钮孔、耳机安装槽口等。

各部件在机壳中的位置如图16所示（从正面向下看）。超声波换能器B1、B2应分别对准机壳前侧面的发射孔和接收孔。按钮开关上的塑料按钮帽应从机壳上的按钮孔中伸出。耳机插座从机壳后侧面的槽口中露出。最后盖上后盖，超声波电筒便制作完成了。

五、调试与使用

电路安装焊接完毕，检查无误后，即可进行调试。

1. 调整发射频率。在超声波换能器正前方放置一障碍物，调节微调电位器RP1，使耳机中声音最大。调节过程中，应适当调节超声波换能器至障碍物的距离，以便准确判断耳机中音量的变化。

2. 调整接收灵敏度。超声波电筒的接收灵敏度不是越高越好，而是应恰到好处。调整方法是将障碍物置于超声波换能器前方2m处，RP3置于中间位置，调节RP2使耳机中刚刚能听到声音即可。

3. 调整音量。在上一步调整的基础上，逐步移近障碍物，同时调节RP3，使耳机中的音量适合自己的需要即可。

4. 使用方法。使用时，戴上耳机，手持超声波电筒，按下按钮（按住不放），将其指向所需方向，如果2m内有障碍物，即可从耳机中听到约1kHz的声音。距离越近，声音越大。熟练后，就可根据声音的方向和大小判别出障碍物的位置和距离。

2007年一级《业余电台操作证书》考核试卷答案

1. 4，**2**. 3，**3**. 4，**4**. 1 2，**5**. 无
6. 40 2 33 38 10 36 17 22
7. 乍得 南非 科克斯群岛 哥斯达黎加
佛得角 亚述尔群岛 加拉帕戈斯岛 毛里求斯
8. 德国 下 3 RTTY 欧洲 非欧洲
9. 3 0，**10**. 6 3 1，**11**. 3 24，**12**. 3，**13**. 2，**14**. 1 3 4，**15**. 1 4
16. 全亚洲 日本 100 19，**17**. 1 2，**18**. 2，**19**. 4，**20**. 2，**21**. 1 2 3
22. 1，**23**. 3

2007年二级《业余电台操作证书》考核试卷答案

第一部分：
1. 1 3，**2**. 1，**3**. 1 2，**4**. 2 3，**5**. 2 4
6. 1 2 3，**7**. 1 2 3，**8**. 1，**9**.1 2 3 4，**10**. 1 3 4
第二部分：
1. 2，**2**. 1 2 3，**3**. 1 2 4，**4**. 3，**5**. 3 4，**6**. 2
7. 2 4，**8**. 2，**9**. 1 4，**10**. 2 3，**11**. 2，**12**. 2
13. 我们只有在处理完直接来卡片后，才能处理从BURE来的卡片，所以时间将很晚。如果你想很快得到卡片，我们建议你按照上面说明直接寄来卡片。当通过BERU来卡时，请尽量在一张卡片上列明你全部与VK9DNX的QSO。这将节省管理员大量的时间和精力。
请只用一种方式寄发你的卡片。如果你已经将卡片直接寄来，就不要再通过BURE寄卡片了。
第三部分：
1. 2 3 4，**2**. 2 4，**3**. 2，**4**. 2，**5**. 2 3 4，**6**. 1
7. 2，**8**.1 3，**9**. 1 2，**10**. 4，**11**. 4，**12**. 1 3，**13**. 1 2 4
14. 1 2 4，**15**. 2 4，**16**. 1

2007年三级《业余电台操作证书》考核试卷答案

1. 1，**2**. 2 3，**3**. 2 4，**4**. 2 4，**5**. 4
6. 1 3 4，**7**. 无，**8**. 4，**9**. 4，**10**. 2 3
11. 1 2，**12**. 2 3，**13**. 4，**14**. 1 2，**15**. 2
16. 2，**17**. 4，**18**. 1 3 4，**19**. 3，**20**. 1，**21**. 1，**22**. 1，**23**. 2 3 4
24. 核定的项目 工作无关，**25**. 国家安全 重大任务

BEAM机器人DIY

BEAM常用元件和制作技巧

文 / 温正伟

BEAM机器人的制作十分简单，一般不需要用到很多元件，使用的元件也都是很常见的、随手可以得到的。BEAM机器人的造型也没有什么特定的，主要是模仿昆虫造型，根据手头上元件的形状特点自由发挥。下面介绍一些常用的元件。

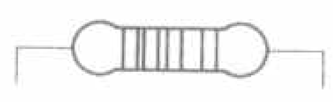
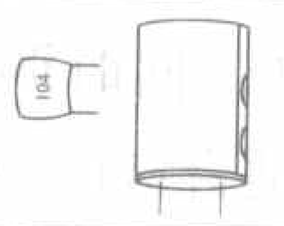
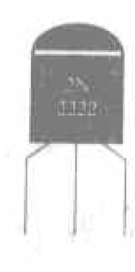
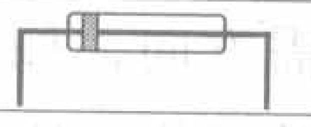
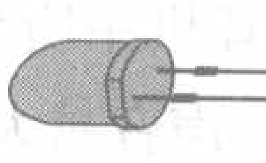
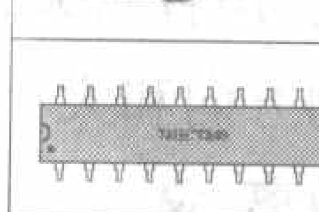
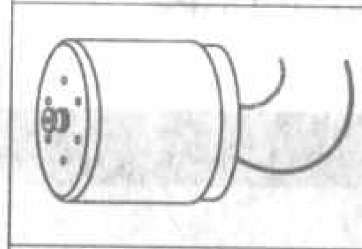
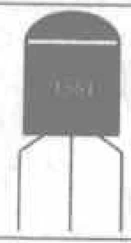
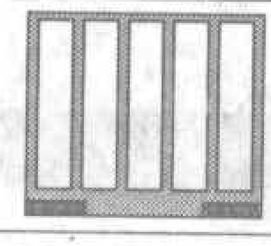
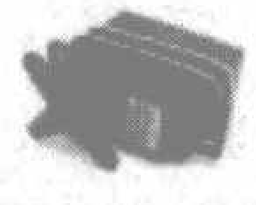
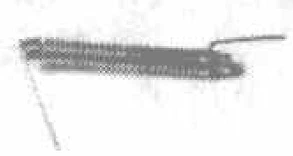
	电阻：绝大多数电路都要使用到的，起到调节电流、电压、反馈等作用
	电容：有充放电、隔直滤波等功能，这里多用大容量电解电容充当小电池使用，用小容量电容和电阻组成RC网络
	三极管：中小功率的三极管。组成类神经元电路、电机驱动电路。常用型号有90系列、2N2222、2N2907、2N3904、2N3906、2N5060等
	二极管：单向导电，可用于整流、续流等
	发光二极管：多用作指示灯。闪光二极管也可以作电压控制元件使用，类似于MN1381
	集成电路：74系列的7414、7404、74244、74245、74240、74139等使用较多
	电机：小型直流电机、带减速箱的直流电机。小型直流电机可以在废旧的录音机、VCD机芯、电动玩具中取得
	MN1381：是松下公司生产的电压管理元件，当电源电压大于1.8V，OUT引脚输出电压为VDD−1.5V，简单的BEAM使用它制作很方便
	太阳能电池板：把光线转换成电能，可以配合电容作电池用，也可以配合相应的电路给电池充电，还可以用作光电传感器
	舵机：里面有一直流电机和减速箱，可以产生强大的转矩，通常用在BEAM中时会去除里面的伺服电路，直接使用电机。优点是动力强劲、安装方便和美观
	传感器：传感器用于感知周围环境。常用轻触开关、单双簧管、光敏电阻、光电池、红外接收管、驻极柱话筒等

图1是小型的太阳能电池板，太阳能电池主要是以半导体材料为基础，其工作原理是利用光电材料吸收光能后发生光电转换效应，根据所用材料的不同，太阳能电池可分为：1.硅太阳能电池；2.以无机盐如砷化镓III−V化合物、硫化镉、铜铟硒等多元化合物为材料的电池；3.功能高分子材料的大阳能电池；4.纳米晶太阳能电池等。太

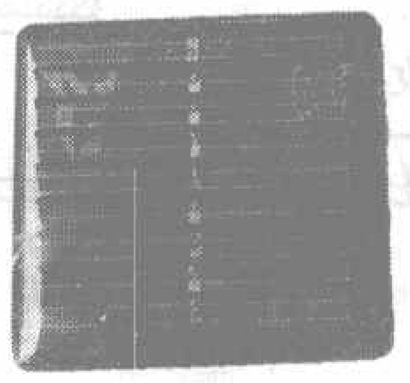


图1

阳能电池板在市场的规格很多，有小到指甲大小的、有大到2m²的，功率有几十毫瓦到几百瓦，制作小型BEAM使用的太阳能电池板可以选用小型的封胶太阳能电池板，面积在30cm²左右，电压在3.2V～5.2V，峰值电流100mA之内，更小的可以使用在计算器上取出来的太阳能电池，也可以根据要制作的BEAM的用电量来选择合适的太阳能电池板。在一般的电子市场上太阳能电池比较难购买到，可以在网上找找相关的网络销售商购买。

制作BEAM的元件还会用到导线、万用电路板、面包板、电池等。通常很多元件也不需要特地去购买，在废旧的电器中都可以找到。如电机可以在随身听、手机振子、VCD机芯、玩具小车中找到；小太阳能感光板可以在计算器上取得。如果你身边找不到一些特殊的元件，如舵机、传感器，不妨浏览网络找找一些信誉好的商家进行邮购。

搞小制作时，准备好了元件的同时当然也应该备有一些必须的工具。如钳子、烙铁、剪子、刻刀、万用表等常用的电子制作工具，见图2。熟练使用这些工具也是制作成功的关键。

下面介绍一些工具的使用技巧和部件的制作。

图3是焊接元件的示意图，焊点的质量直接影响制作的成功。焊接时主要注意焊锡一定要接触到电路板上焊盘，焊锡量合适，不宜多或少，焊点

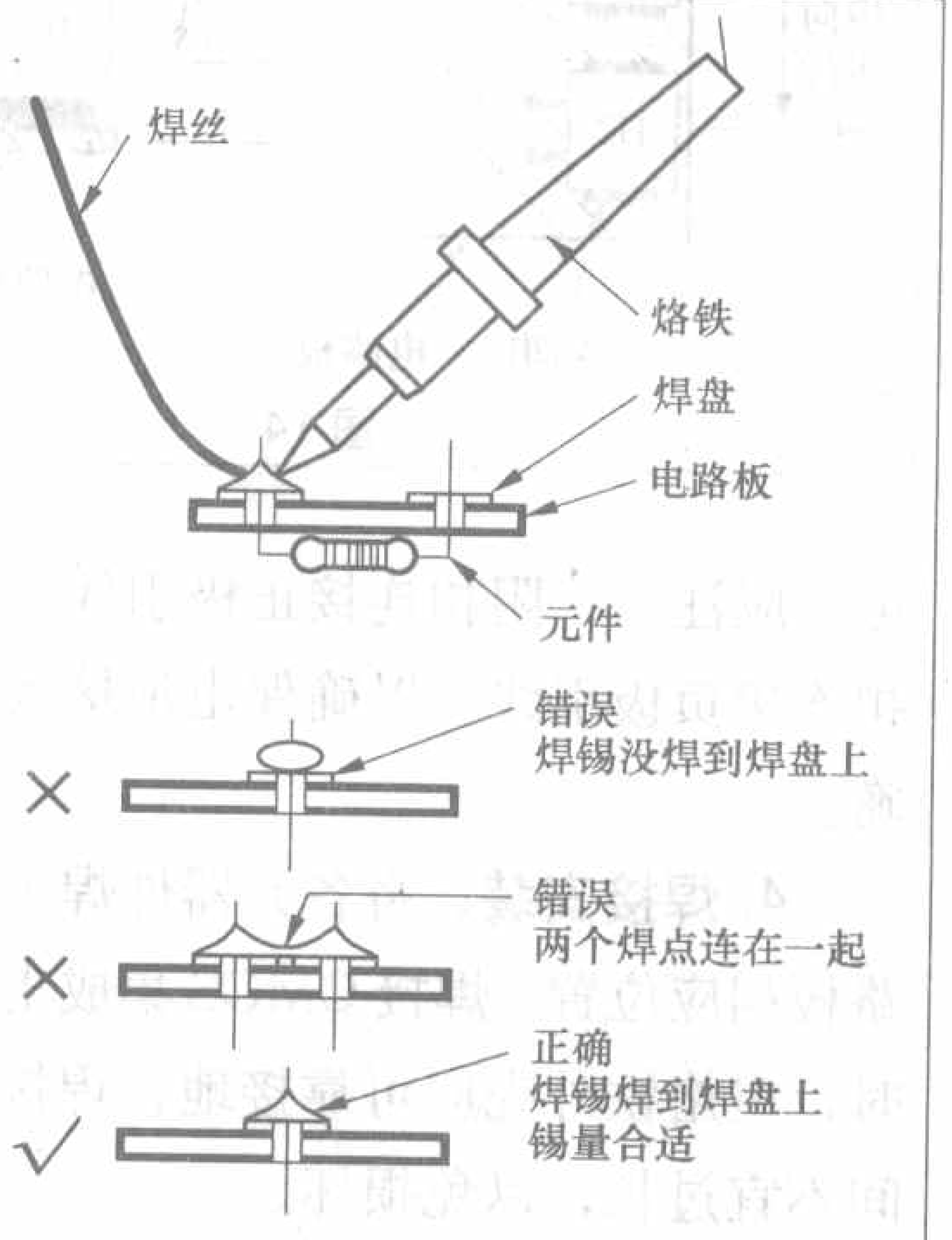


图3

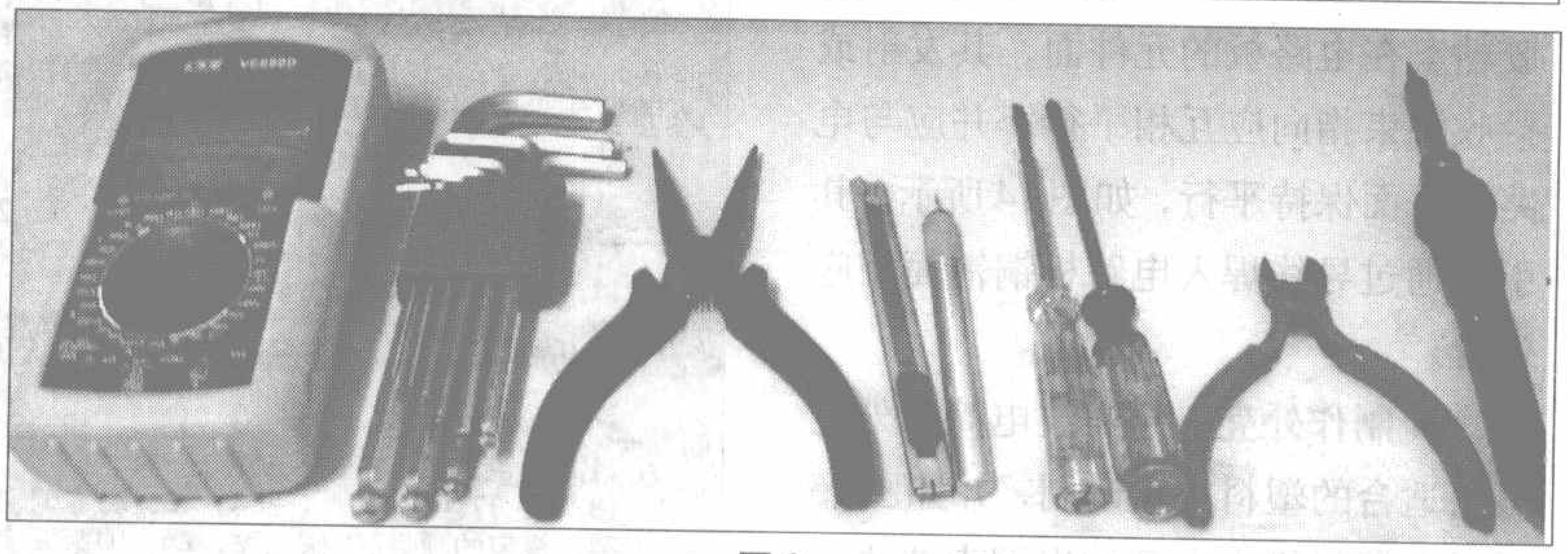


图2

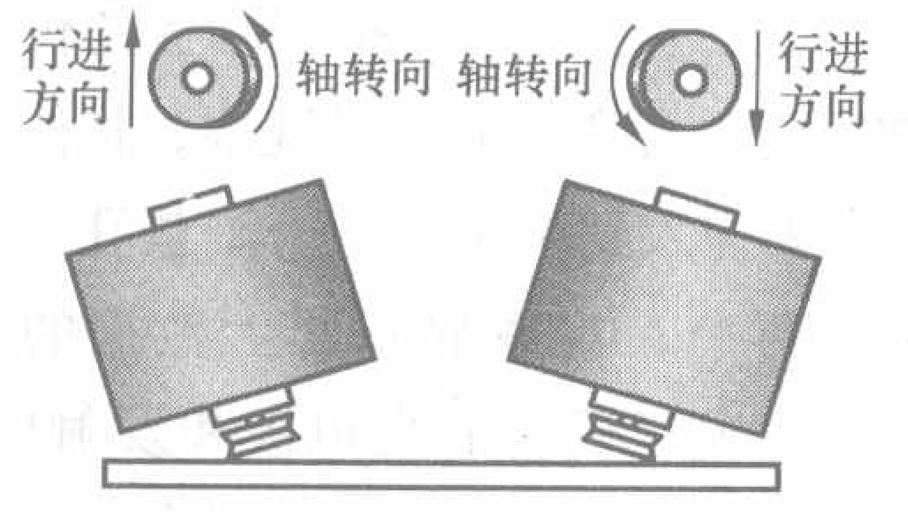


图4

光洁不起毛刺。制作简单的BEAM机器人，为了方便不使用电路板，常常使用搭焊，也就是元件引脚直接相互连接进行焊接。使用搭焊时，在焊接之前应先仔细检查元件引脚连接是否正确，以避免连接错误带来的麻烦。

要制作会活动的BEAM自然少不了电动机，电动机常用的驱动轮子的方法有如下几种。图4是电动机轴直接带动滑轮，电机转动时带动滑轮转动，滑轮边缘和地面摩擦产生行进的力，改变轴的转向则可以改变行进方向。

图5的驱动方法是直接用轴上的滑轮去摩擦轮子边缘，效率很低，这样的方式只能用在小型的机器人上。

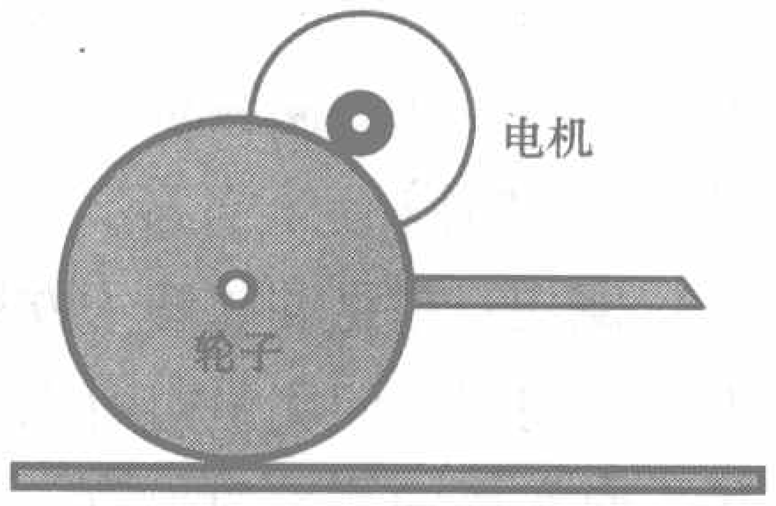


图5

图6则是加了皮带，电机轴带动皮带、皮带再带动轮子。

图7是使用齿轮组进行传动，它的好处是使高速转动电机轴减速，从而使输出力矩增大。齿轮箱不易自制组装，多是直接使用减速电机或改装过的舵机，它们里面都有齿轮组。

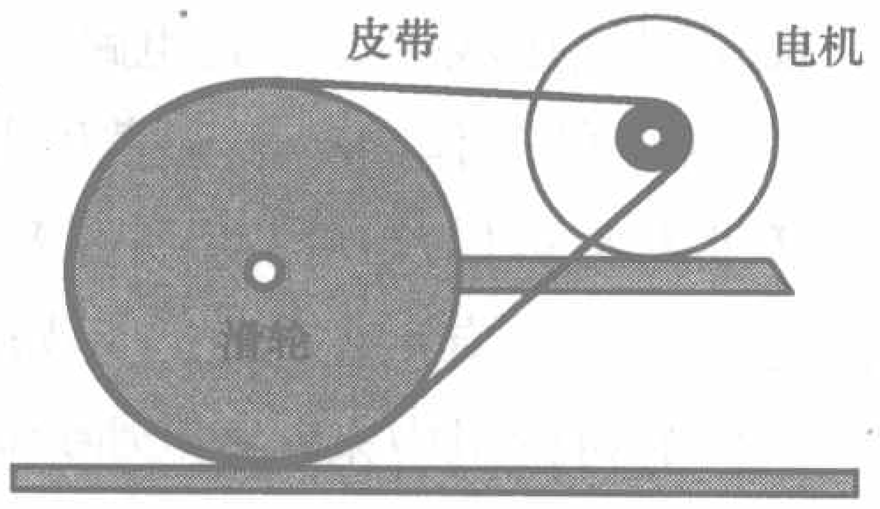


图6

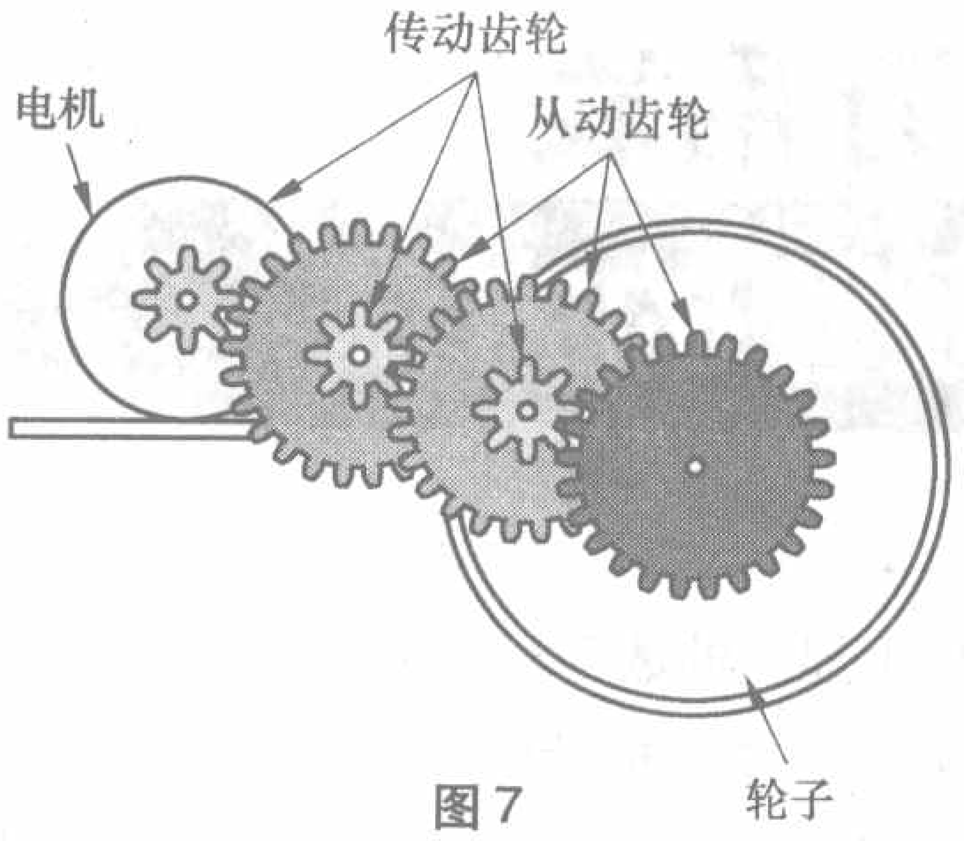


图7

制作航模、车模都会使用到舵机，它是一种伺服的驱动装置，适用于那些需要角度不断变化并可以保持的控制系统。其简单的工作原理是：舵机的控制信号是PWM信号，利用占空比的变化改变舵机的位置。一般的舵机控制信号要求是，脉宽为1ms时为右，转到极限位置，1.5ms为停止，2ms为左，转到极限位置。当控制脉冲信号进入控制芯片，芯片进行根据脉冲宽度对电机的正反转进行控制，电机转到一定的角度时通过连接在减速机构上的电位器反馈，芯片控制电机停止。舵机能准确方便地控制电机的转角，而且它还有级联的减速机构，能输出比较大的力矩，所以也被大量用于机器人制作中，但在BEAM机器人制作中因为不需要舵机电路精确控制电机运动，只需要使用它的减速机构给BEAM提供动力，因此在BEAM中使用舵机，通常都需要进行简单的改装。一般新舵机价格比较贵，要把它改成BEAM用的减速电机，最好是选用价格便宜的，或是从网上或二手市场购买二手的舵机，里面的电路在改装后是不需要的，所以只要齿轮组磨损不大和电机能运转的二手舵机，就可以购买了。通常的舵机是不能360°旋转的，只能转一定的角度，但也有专用机器人制作的舵机是可以360°旋转的，改装的目的就是使一个普通的舵机能360°连续转动。如果你所设计的BEAM电路只是使电机在很小范围的角度上运动，那么你就只需要去掉舵机上的控制电路就算完成改装了。

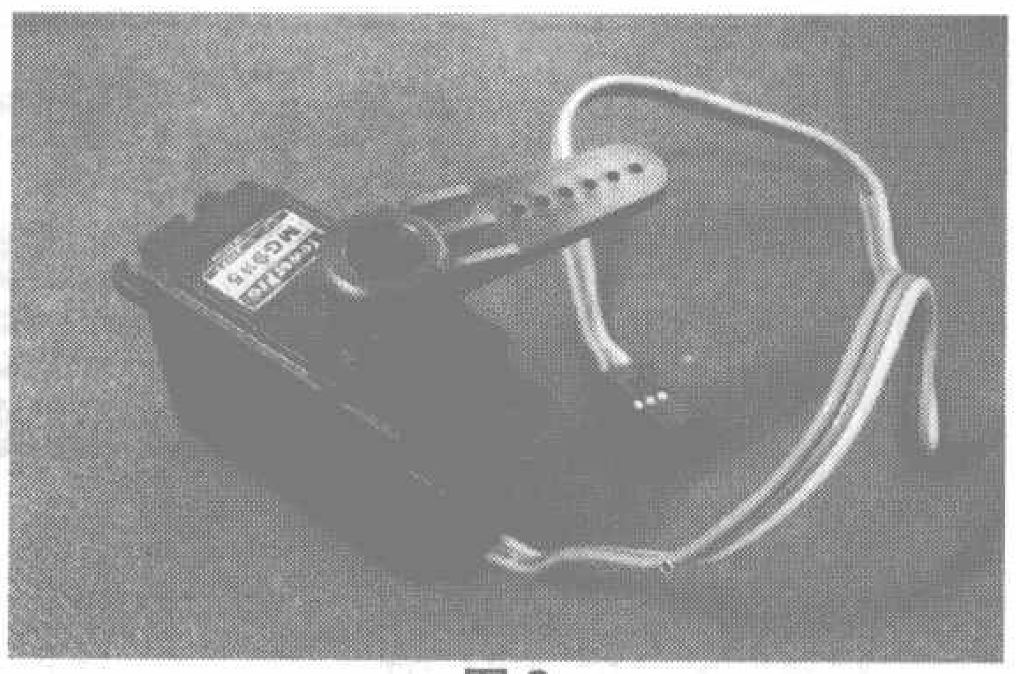


图8

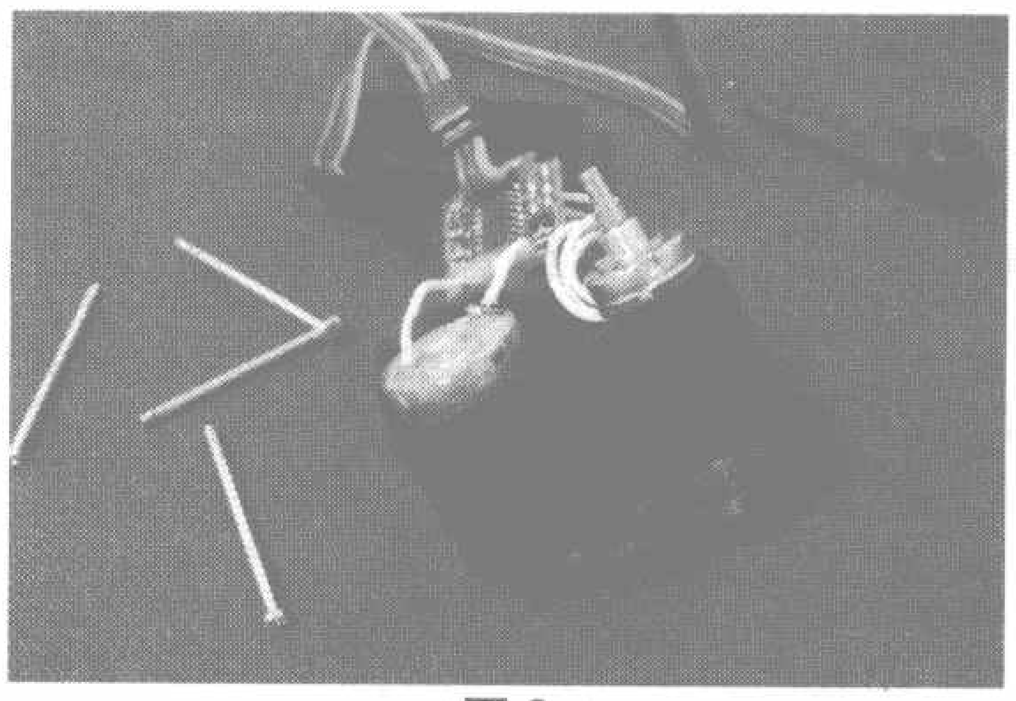


图9

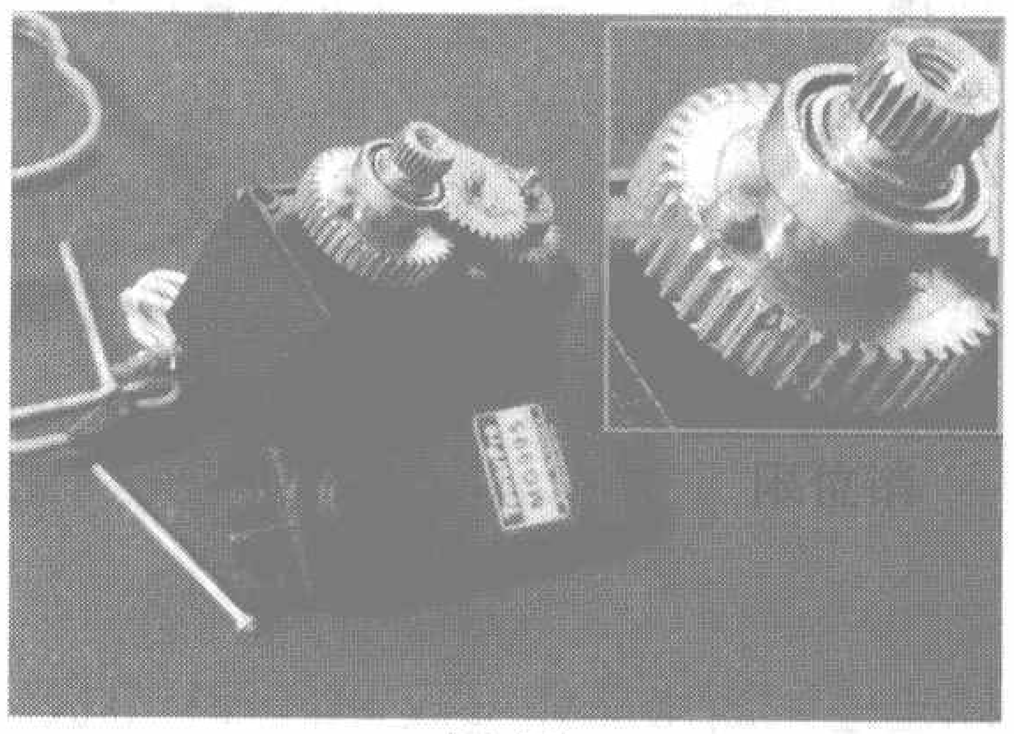


图10

图8是MG995舵机，下面来介绍如何改装使它能360°连续旋转。先卸下箱体的4颗螺丝，打开底盖把里面的电路板和电位器去掉，见图9。然后再把顶盖打开，把输出轴齿轮上的限位销去掉，见图10，最后把电机连线引出，上好盖，改装就成功了。如果你所使用的是新舵机，建议把控制电路和电位器保留下来，在需要时可以恢复原形使用。

DIY触角式的微动开关也是很容易的事。这种制作简单的开关可以模拟昆虫触角，当开关碰到障碍物时，开关导通。开关的结构图如图11所示。制作材料可以使用曲别针、铁钉、塑料管、热缩管、铜线等。只要能达到最终的效果，选用的材料并没有限制。笔者选用身边最常见的东西做制作材料，有圆珠笔芯、曲别针、铜线。用

使用数字万用表测量晶体三极管的方法

文/张瑞锋

数字式万用表体积小巧，便于观察数据，使用和携带方便，越来越多地被电子行业的从业人员和电子爱好者所使用。笔者经长期的实践，总结出一种使用DT9205型数字式万用表测量晶体三极管的简易方法，介绍给大家。

晶体三极管具有两个PN结，分别是集电结和发射结。两个PN结分成三个区：发射区，集电区和基区。这三个区在制造工艺掺入了浓度不同的杂质，组成一个完整的具有放大功能的晶体三极管，其发射区的掺杂浓度最高，集电区的掺杂浓度低于发射区，基区掺杂浓度最小。根据这一特性，可以迅速判断出晶体三极管的三个电极。

利用数字式万用表的二极管挡测量晶体三极管，此挡位的工作电压为2V，可以保证晶体三极管的两个PN结在施加此电压后具有正向导通、反向截止的PN结单向导电特性。

1. 基极的判定

将数字表的一支表笔接在晶体三极管的假定基极上，另一只表笔分别接触另外两个电极，如果两次测量在液晶屏上显示的数字均为0.1V～0.7V，则说明晶体三极管的两个PN结处于正向导通，此时假定的基极即为晶体三极管的基极，另外两电极分别为集电极和发射极；如果只有一次显示0.1V～0.7V或一次都没有显示，则应从重新假定基极再次测量，直到测出基极为止。

2. 三极管类型、材料的判定

基极确定后，红笔接基极的为NPN型三极管，黑笔接基极的为PNP型三极管；PN结正向导通时的结压降在0.1V～0.3V的为锗材料三极管，结压降在0.5V～0.7V的为硅材料三极管。

3. 集电极和发射极的判定

有两种方法进行判定：一种是用二极管挡进行测量，由于晶体三极管的发射区掺杂浓度高于集电区，所以在给发射结和集电结施加正向电压时PN压降不一样大，其中发射结的结压降略高于集电结的结压降，由此判定发射极和集电极。

另一种方法是使用 h_{FE} 挡来进行判断。在确定了三极管的基极和管型后，将三极管的基极按照基极的位置和管型插入到 β 值测量孔中，其他两个引脚插入到余下的三个测量孔中的任意两个，观察显示屏上数据的大小，找出三极管的集电极和发射极，交换位置后再测量一下，观察显示屏数值的大小，反复测量四次，对比观察。以所测的数值最大的一次为准，就是三极管的电流放大系数 β，相对应插孔的电极即是三极管的集电极和发射极。

4. 质量的判定

(1) 正常：在正向测量两个PN结时具有正常的正向导通压降0.1V～0.7V，反向测量时两个PN结截止，显示屏上显示溢出符号“1”。集电极和发射极之间测量时，显示溢出符号“1”。

(2) 击穿：常见故障为集电结或发射结以及集电极和发射极之间击穿，在测量时蜂鸣挡会发出蜂鸣声，同时显示屏上显示的数据接近于零。

(3) 开路：常见的故障为发射结或集电结开路，在正向测量时显示屏上会显示为1的溢出符号。

(4) 漏电：常见的故障为发射结或集电结之间在正向测量时有正常的结压降，而在反向测量时也有一定的压降值显示。一般为零点几伏到一点几伏之间，反向压降值越小，说明漏电越严重。

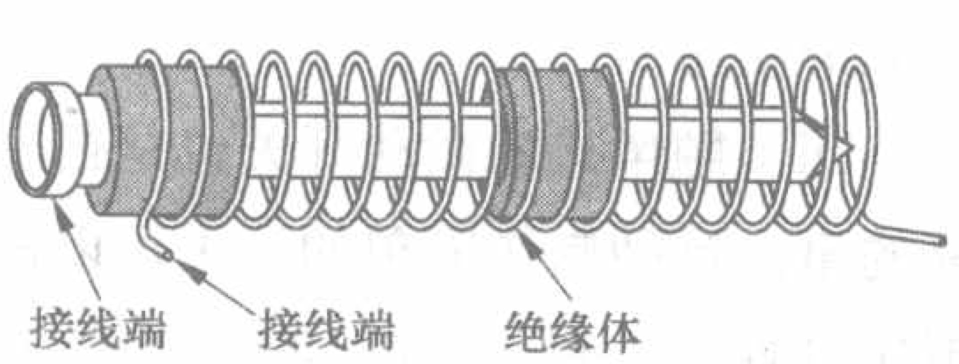


图11

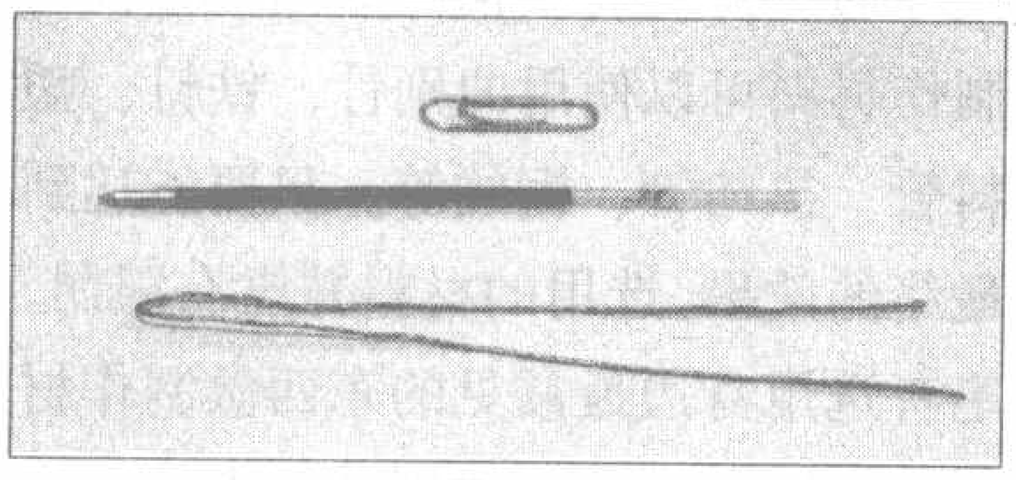


图12

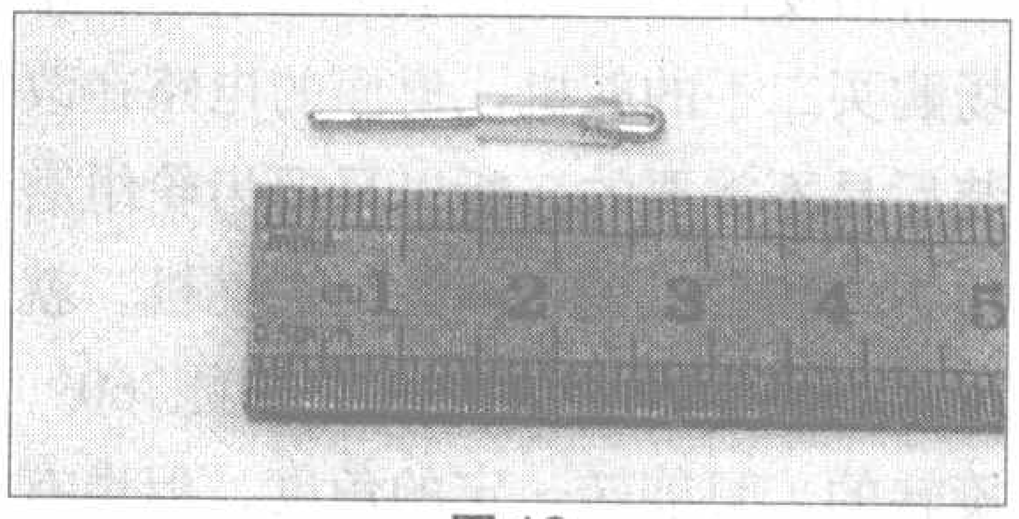


图13

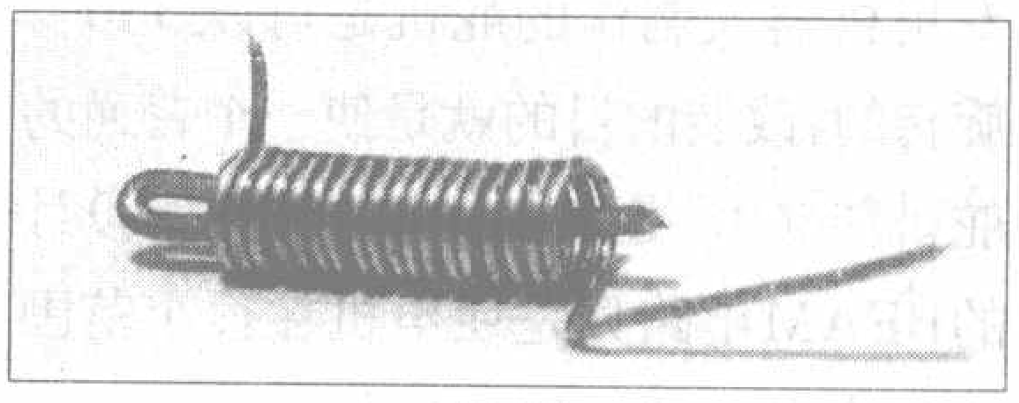


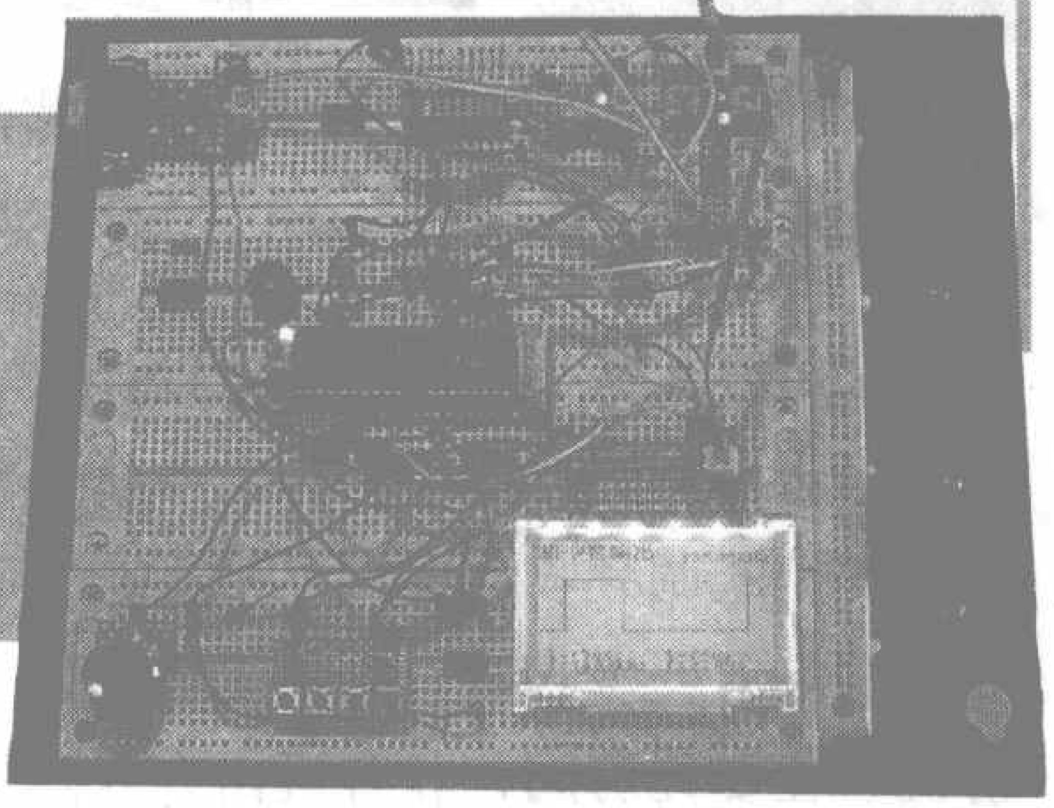
图14

剪钳截3cm左右的曲别针和1cm左右的原珠笔塑料管，如图12所示，再按照图13的形状弯曲组合，用铜线在塑料管上绕2.5cm长的线圈，做成图14的样子。开关可以根据需要长度来制作，使用时把接线端焊接到电路。

BEAM的制作简单而充满乐趣，青少年朋友也可以从中学习到很多相关的电子知识，有兴趣的朋友不妨参与到我们的讨论组中来www.cdle.net/bbs。

编者按：也许对于初学者而言，本文中涉及到的电路比较复杂，比如单片机、LCD显示器的应用，但本文的重点在于通过将这些功能电路模块化，帮助初学者学会用模块化的思路来分析电路、设计电路、制作电路。目前电子市场上各种功能的电路模块比比皆是，电路模块也是初学者学习电路知识的一个很好的切入点。

模块化搭建电路 提高实验效率



文/柯善惠

电子爱好者在业余条件下不可能为每件作品设计制作电路板，即使是厂家也不可能在每项初步实验中制作电路板，一般的做法是先在面包板上搭电路做实验，定型后再制作电路板。但是如果系统接线过多，在面包板上做实验可能很不方便，一不小心就会接错线。下面笔者就上述问题提供一些建议。

在编程时程序员会将功能相同或相似的部分放在一个函数中，而在需要时直接调用那些函数，不必重新编写这部分代码，既提高编程效率，也减少了代码体积。在这里笔者采用了与这相同的思想，即模块化搭建电路，下面以一个具体的系统来说明如何实现。

这个系统中用到了单片机、LCD显示器、键盘、RS232通信、电机驱动，还有5V和3.3V两种电源等，如图1所示，其实际模块的电路如图2～图5所示。

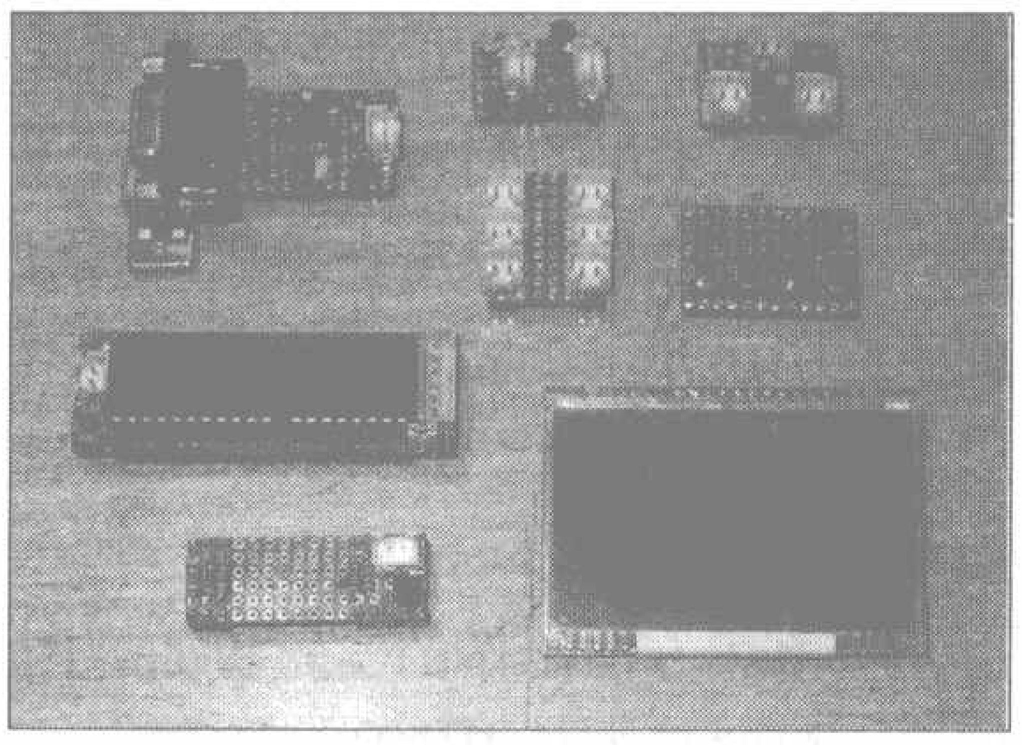


图1

在单片机模块中笔者将复位电路、电源指示灯，晶振，在线下载端口和电源端口全部包括进去。

LCD显示器模块包括了LCD显示器、限流电阻、背光控制电路和电源端口。

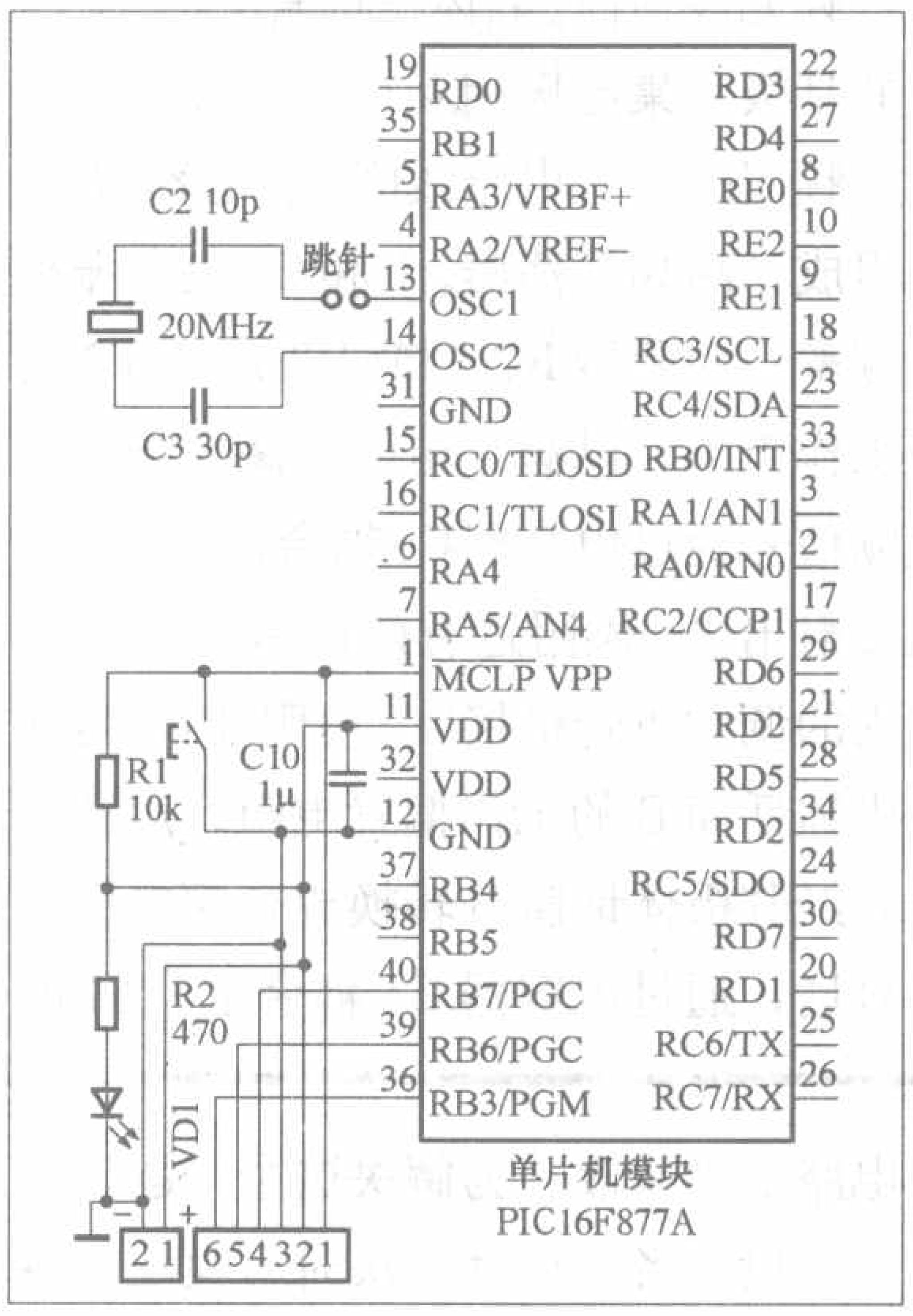


图2

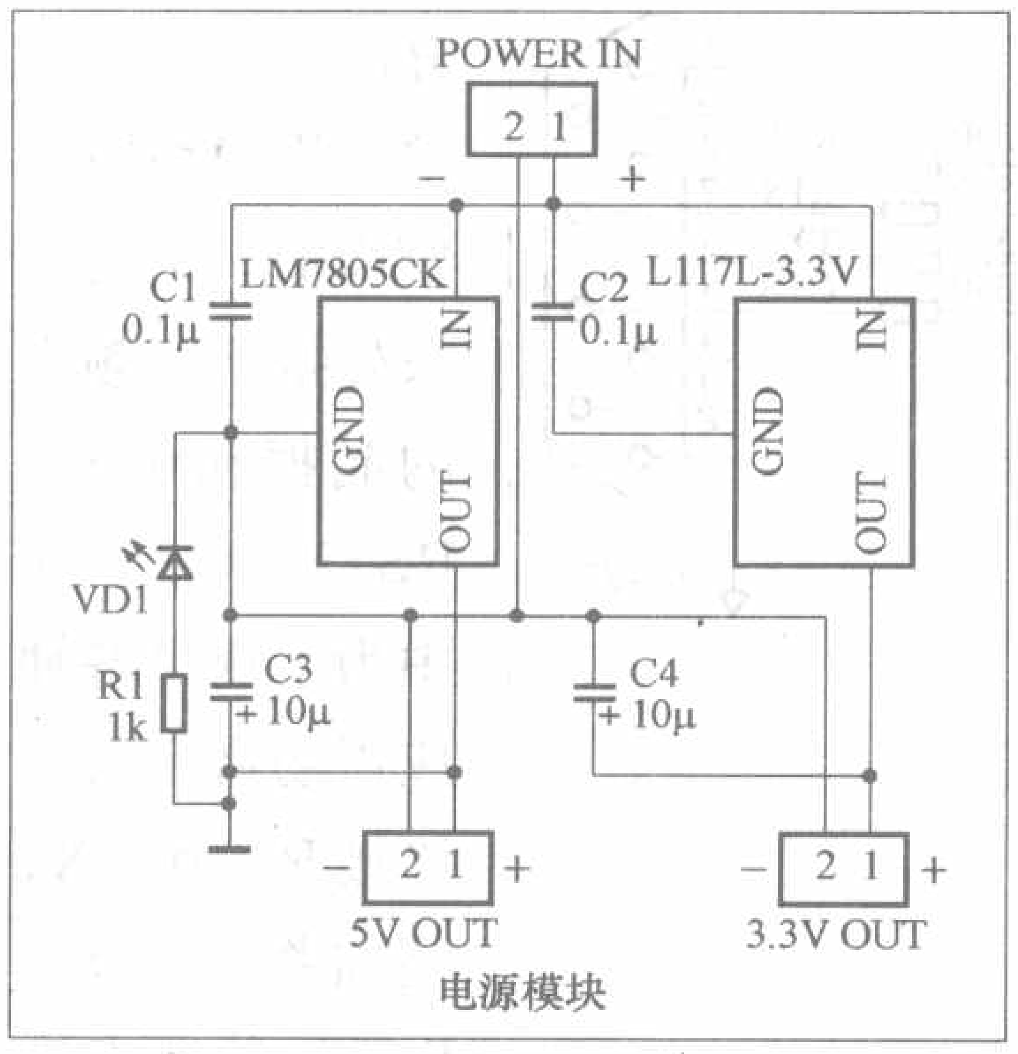


图3

键盘模块只有4个开关和4个电阻，电路图略。

RS232通信模块含有标准RS232端口、MAX232、8个电容、5个电阻和1个电源端口。

电机驱动模块含有4个三极管、3个电阻、1个LED、1个电源端口和1个电机接口，电路图略。

电源模块含有1个5V/3.3V稳压电路，还有1个可移去的电源接口扩展模块。

经过这种模块搭建电路后，整个系统剩下的连线已经很少了，而且大大缩小了系统的面积，这样一块面包板可以搭建更多的电路。因为电源连接采用的两针插件方式，可完全避免电源正负极接反的致命错误。

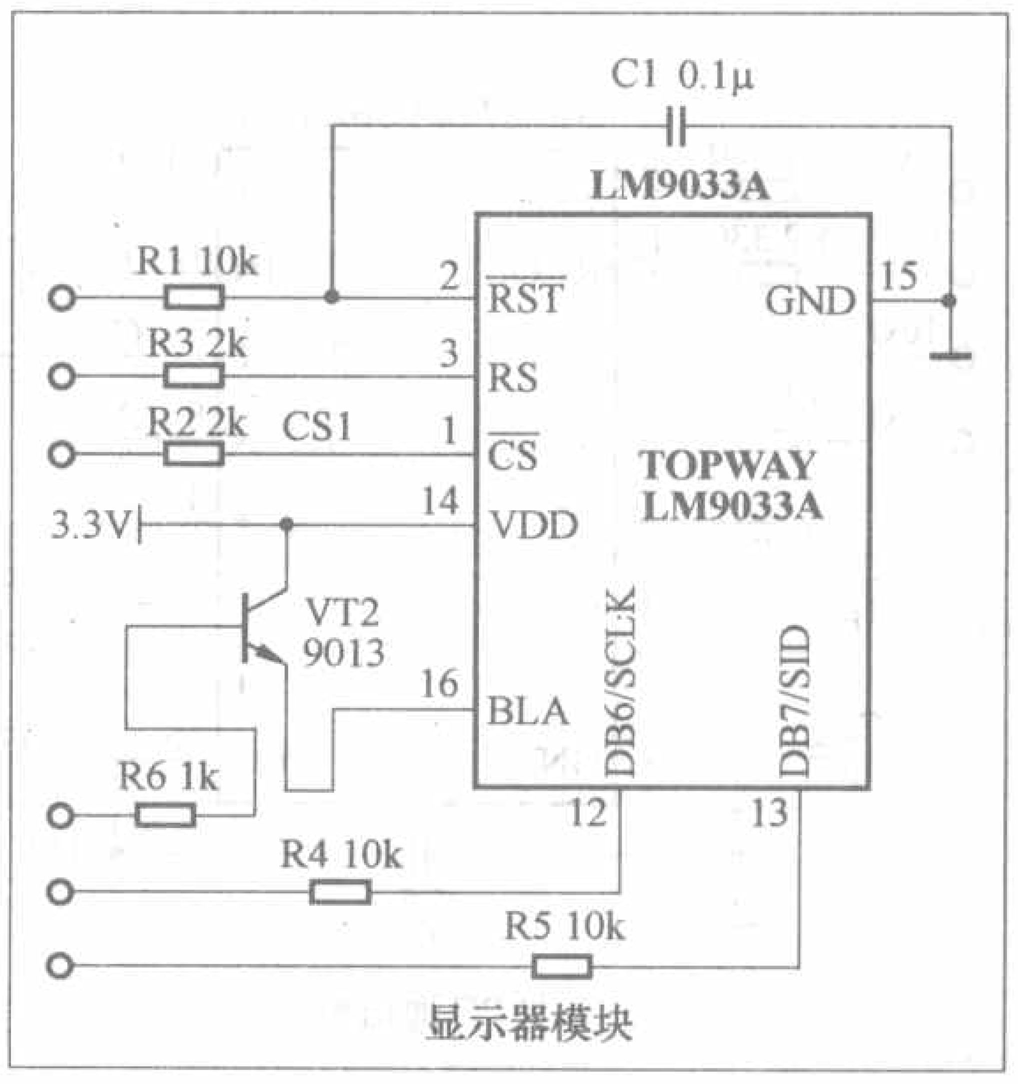


图4

学·做·用

自制简易家用婴儿监听器

文 / 张晓东

家用婴儿监听器外形如图1所示，它由一台自制的无线电调频发射机和一台便携式调频收音机（或带有调频波段的普通便携式收音机）组成。发射机放在婴儿房间，收音机由大人随身携带或放在大人干活的房间，婴儿的任何动静都可通过收音机监听到，使大人可以放心地做自己想要做的事，而不必频繁地往返两者之间。

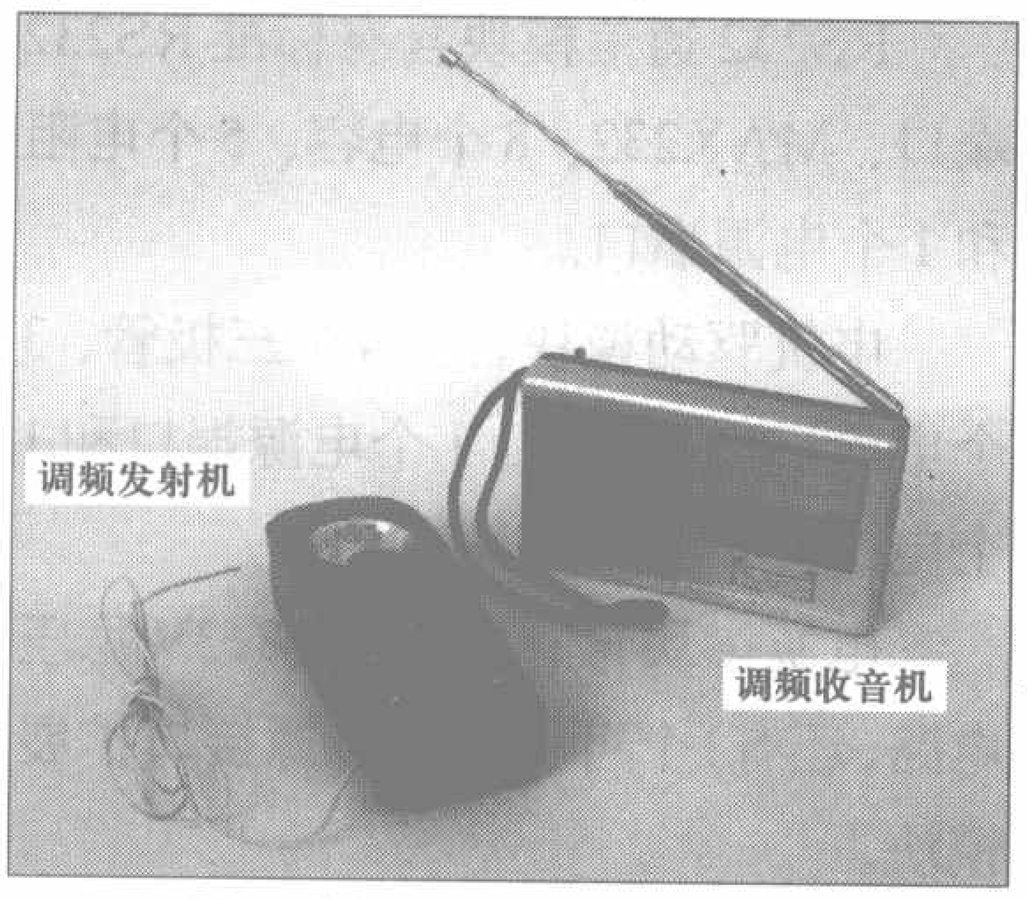


图 1 家用婴儿监听器外形图

一、工作原理

无线电调频发射机的电路如图 2 所示，它实际上是一个灵敏度较高的调频无线话筒。晶体三极管VT1、VT2的基极和集电极相互交叉连接，并与选频回路——电感线圈L、电容器 C2 组成了高频振荡器。L和C2决定振荡频率；电阻器 R2 调节 VT1、VT2 的工作电流，以满足电路振荡要求。高频信号经过电容器C3耦合，从天线W发射出去，供附近有效范围（≥ 30m）内的调频收音机接收。电阻器R1是驻极体话筒 B 的工作偏置电阻。声音信号经驻极体话筒 B 转换成音频电压信号后，通过电容器 C1 耦合至 VT1 的集电极和 VT2 的基极。由于 VT1 和 VT2的集电结电容Ccb1和Ccb2与L、C2 回路并联，音频电压的变化引起Ccb1、Ccb2的容量随之变化，这样L、C2回路的振荡频率就随着音频电压的变化而变化，从而实现了对高频振荡信号的频率调制（即调频）。

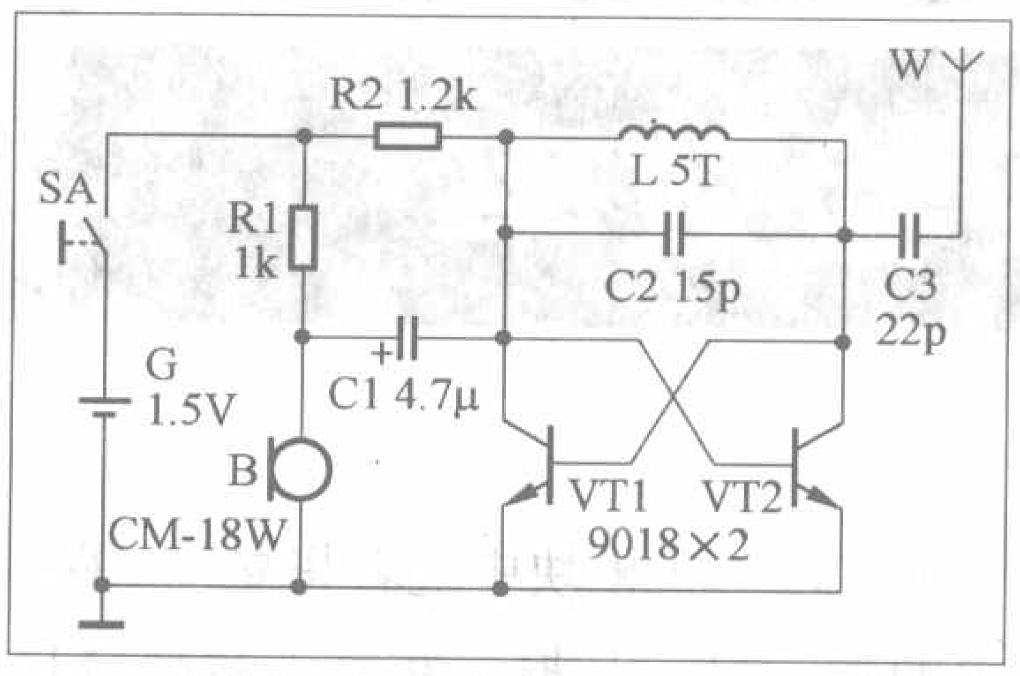


图 2 调频发射机电路图

电路中，晶体三极管VT1、VT2构成了双管推挽式自激振荡电路，它比音频信号从基极输入的单管振荡电路进行调频的调制灵敏度约高一倍，也就相当于提高了驻极体话筒 B 的音频灵敏度。本电路还有振荡频率较稳定、谐波少（经试验整个调频波段只收到一个主频率）、发射能力强、耗电小（0.3mA 也可以工作）、调试简单等特点。

二、元器件选择

本制作所用电子元器件全部为普通分立元器件，其中有10个电子元器件需要专门购买或自制，它们的实物外形如图 3 所示。

模块化搭建电路虽有助于提高实验效率和减少连线错误，但模块内的电路不易修改。为解决这个问题，就要求设计者在设计模块时对模块的各种应用环境作充分的考虑，例如单片机模块中就要增加一个跳针来外接不同频率的晶振和电容、RS232 通信模块中为了满足各种应用场合不仅要连接 RX 和 TX，还需将 C T S 、R T S 等考虑进去，如图 6 所示。

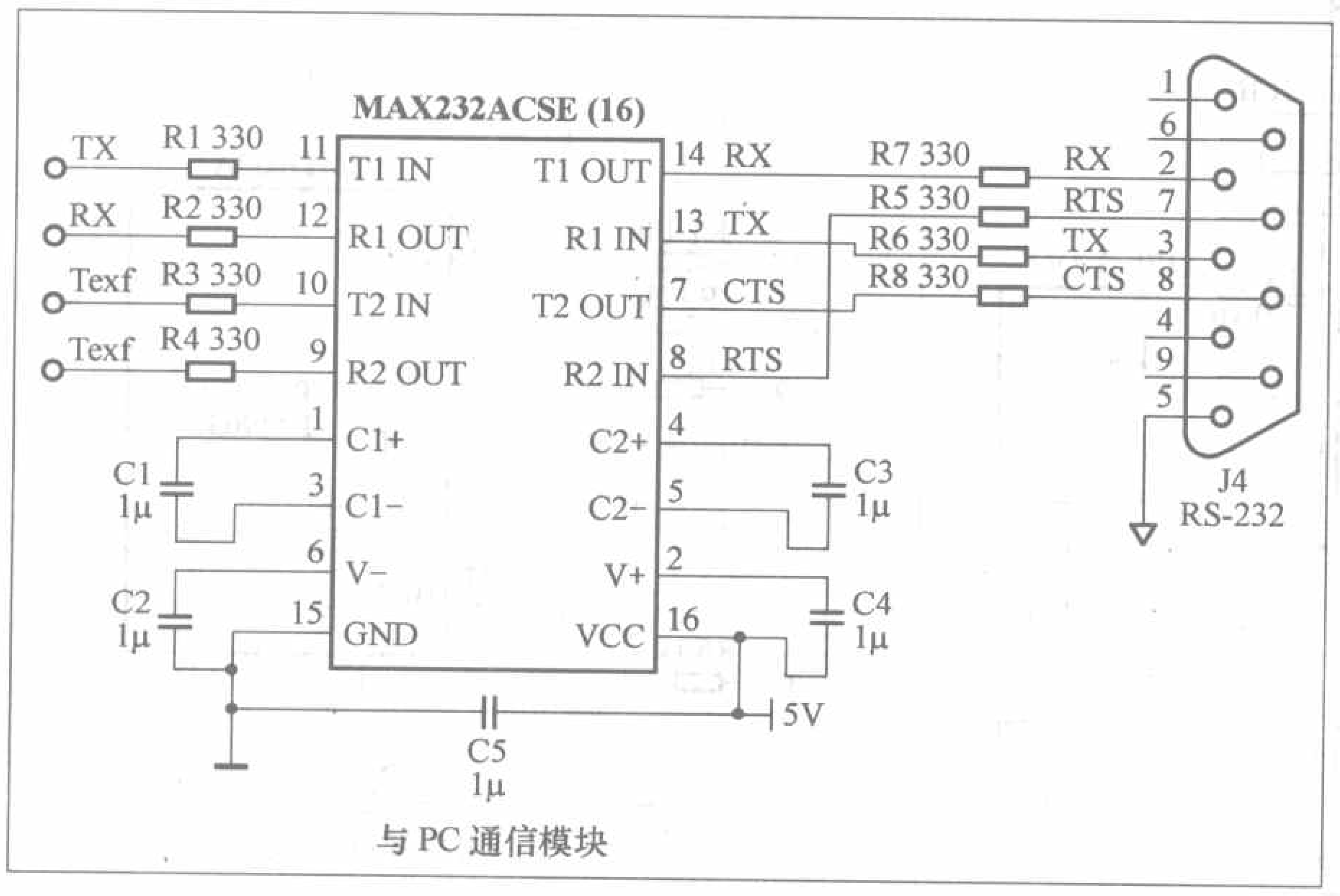


图 5

另外有些元件只有贴片式封装或暂时只能买到贴片式封装，这类封装的器件也可用在面包板上，其做法是切一块大小合适的实验板，在器件底部加一个与器件大小相当的支撑物粘在实验板上，然后将各引脚引出到 2.45 的插针上，如图 5 中用的 MAX232。

在制作模块时只用在模块内的引脚不应引出，用于固定模块的插针不应连到任何引脚上。这样有利于提高面包板的使用率。

按上述方法制作的实验板如题图所示，电路是不是很简洁清晰呀？

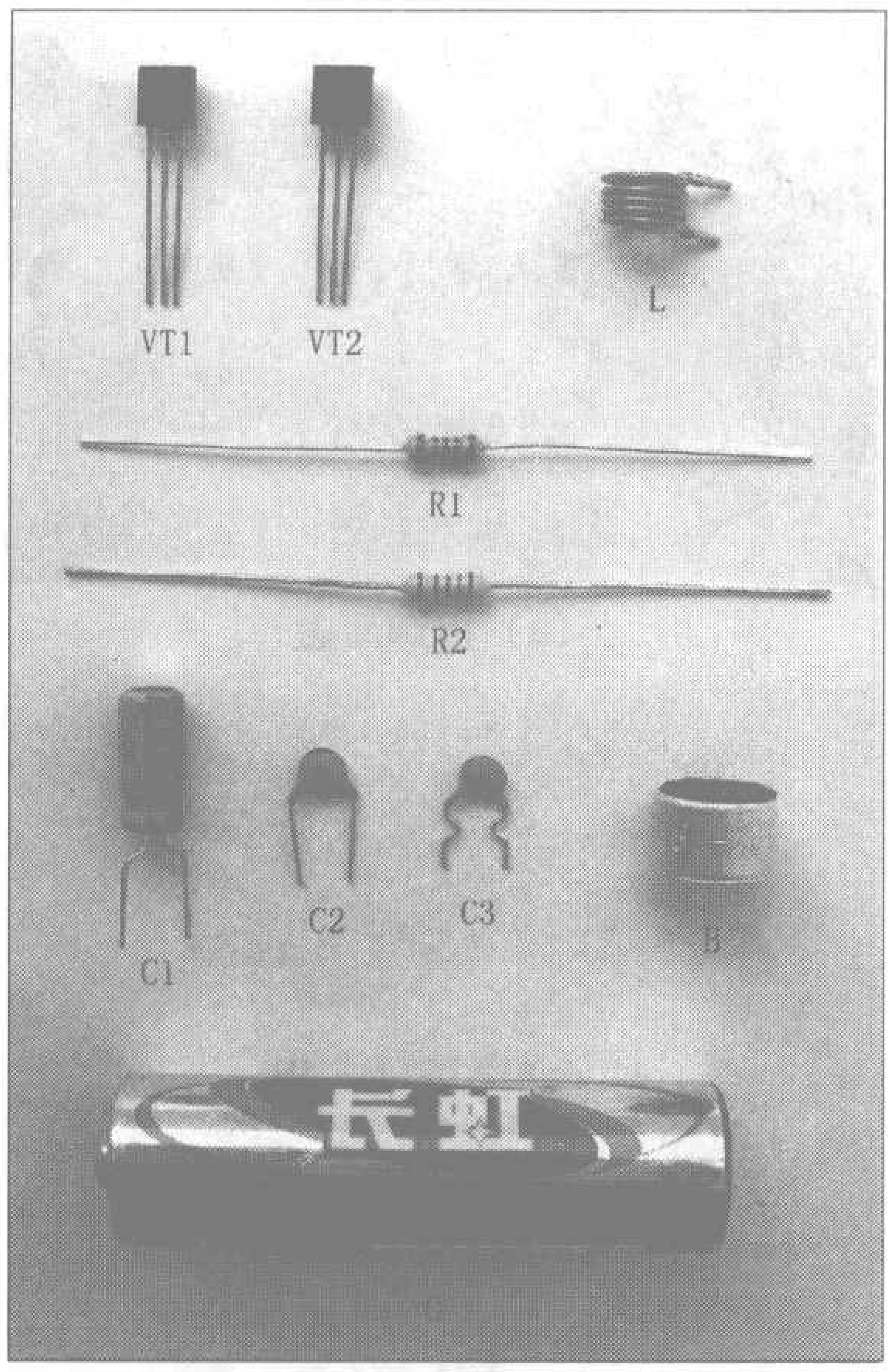


图3 需要准备的元器件实物外形图

晶体管VT1、VT2均采用9018（特征频率f_T=700MHz，集电极最大允许电流I_{CM}=50mA，集电极最大允许功耗P_{CM}=200mW）或3DG80、3DG204、3DK5型硅NPN高频小功率三极管，要求电流放大系数$\beta \geqslant 80$，两管参数尽量接近，但不要求配对。

R1、R2均用RTX−1/8W型碳膜电阻器，阻值分别为1kΩ和1.2kΩ。C1用CD11−10V型电解电容器，容量4.7μF；C2、C3均用CC1型高频瓷介电容器，容量分别为15pF和22pF。

B选用CM−18W型（ϕ10mm×6.5mm）高灵敏度驻极体话筒，它的灵敏度划分成五个挡，分别用色点来表示：红色为−66dB，小黄为−62dB，大黄为−58dB，蓝色为−54dB，白色＞−52dB。本制作中应选用白色或蓝色点产品，以获得较高的灵敏度。CM−18W的外形结构及引脚排布如图4所示。B也可用其他灵敏度高的小型驻极体话筒直接代替，挑选时可参照图5，将指针式万用表置于“R×1k”或“R×100”挡，红表笔接驻极体话筒的接地端（与驻极体话筒外壳相通），黑表笔接驻极体话筒的输出端

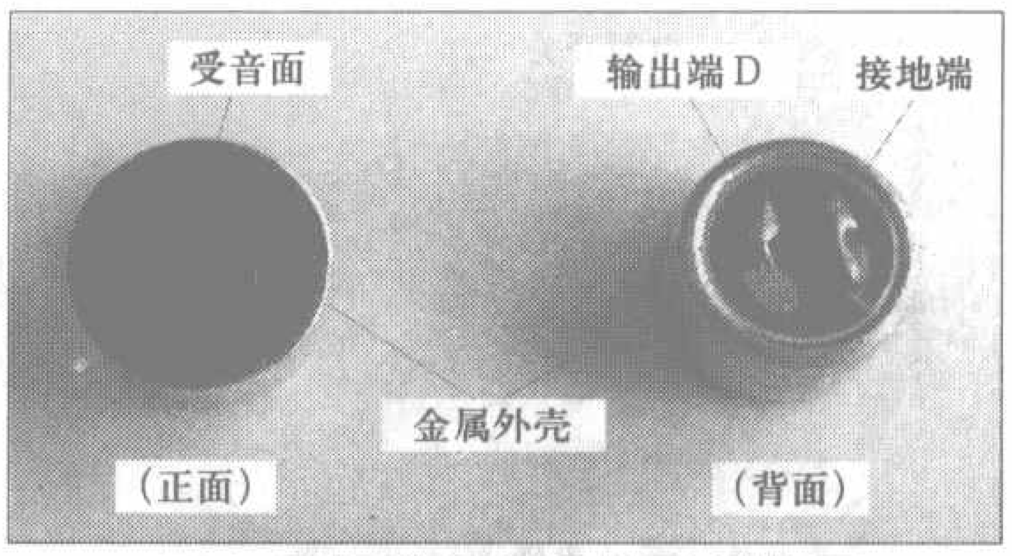


图4 驻极体话筒的外形结构图

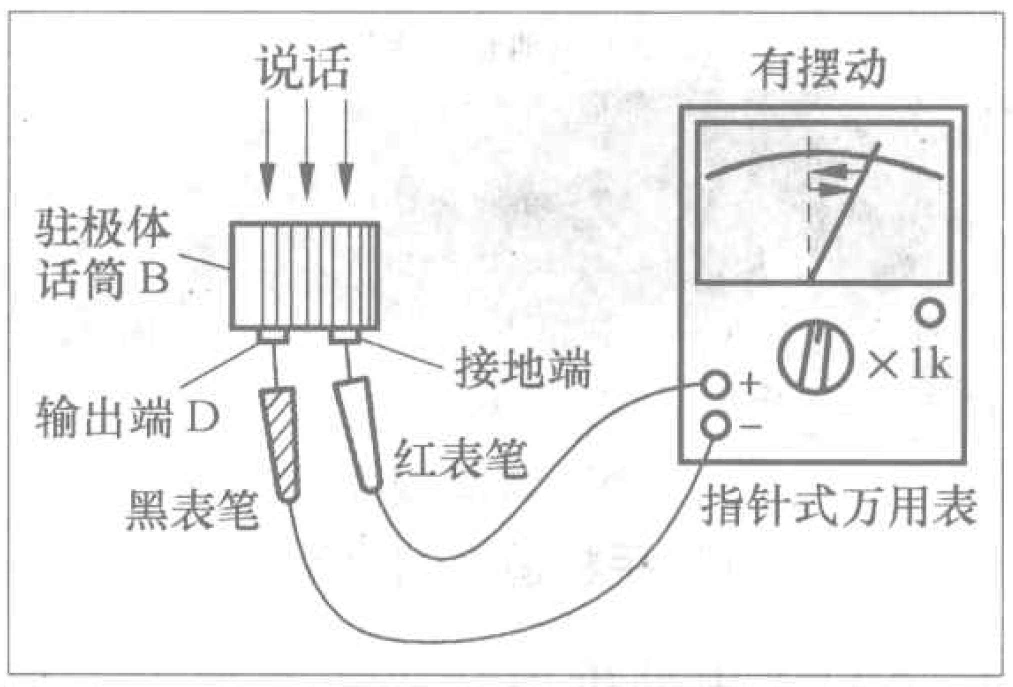


图5 用指针式万用表检测驻极体话筒

D，此时万用表指针指在某一刻度上，再用嘴对着驻极体话筒说话，万用表指针应有摆动。万用表指针摆动范围越大，说明驻极体话筒的灵敏度越高。如果没有反应，说明被测驻极体话筒已经损坏。

电感线圈L可按图6（a）～（d）所示自制：先按图6（a）所示，用ϕ0.8mm的漆包线在ϕ5mm的十字形螺丝刀（改锥）金属杆或钻头上密绕5匝；脱胎后按图6（b）所示，用尖嘴钳子弯折出两个长度约为5mm的引脚；再按图6（c）所示，用刻刀刮掉线圈两端的漆皮；按图6（d）所示，用电烙铁给刮出的铜脚上一层焊锡，以方便焊接。

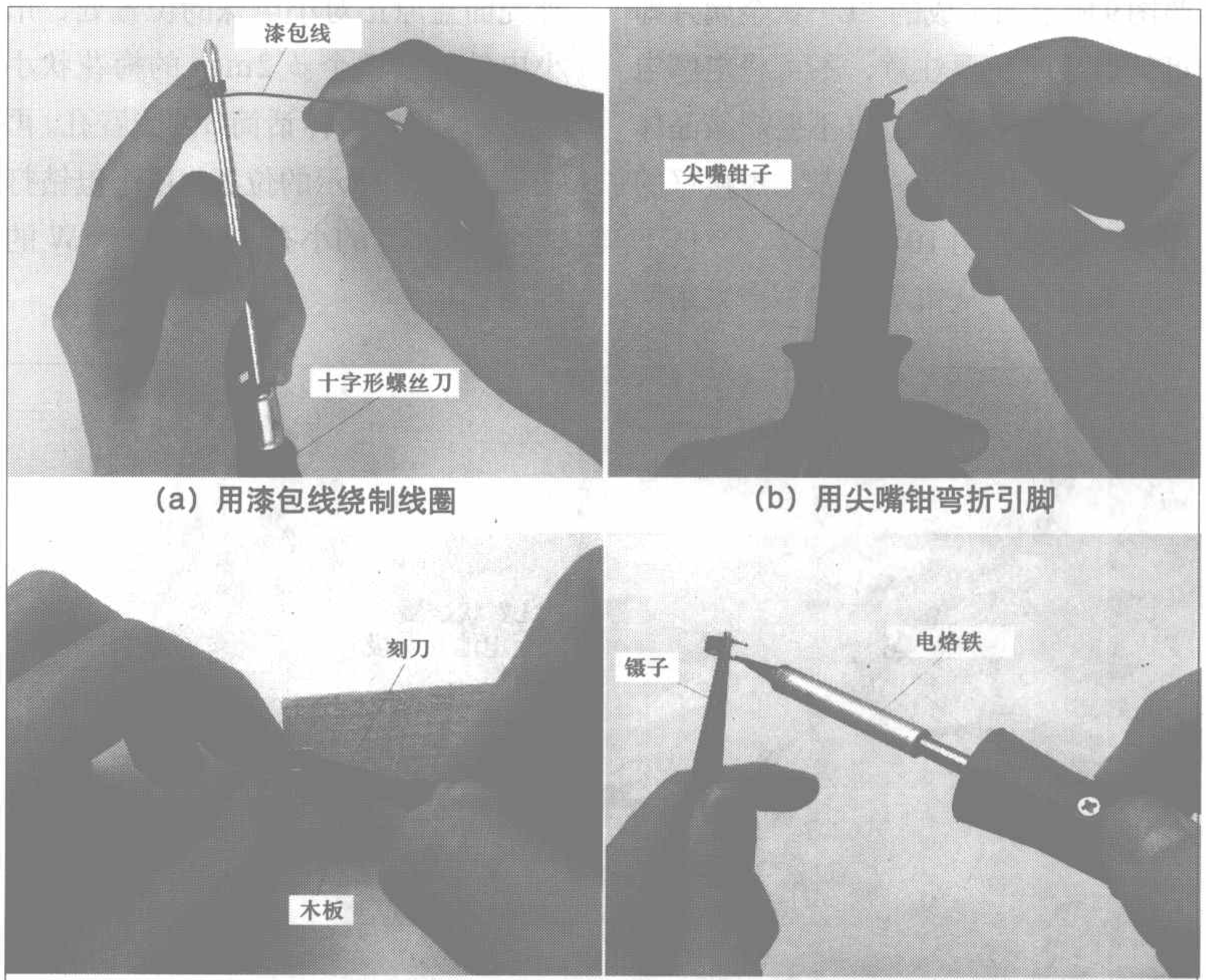
G用1节5号干电池，电压1.5V。

图2中的电源开关SA、天线W以及电池架等，可不必专门选配，SA和电池架直接采用我们后面所选用的小手电筒外壳内所带的电源开关和电池架。天线用一段50cm～60cm的塑料外皮软细电线即可。

三、制作与使用

无线电调频发射机的制作包括加工印制电路板并焊接元器件、选配合适的外壳和进行组装三大步：

第一步，裁取一块50mm×14mm的单面敷铜板，对照图7所示的印制电路板接线图，采用刀刻法制成图8所示的印制电路板。在印制电路板上焊接好元器件，注意：驻极体话筒B暂不焊接，只在印制电路板接驻极体话筒



（a）用漆包线绕制线圈　（b）用尖嘴钳弯折引脚

（c）用刻刀刮掉引脚上的漆皮　（d）给引脚上焊锡

图6 电感线圈L的制作

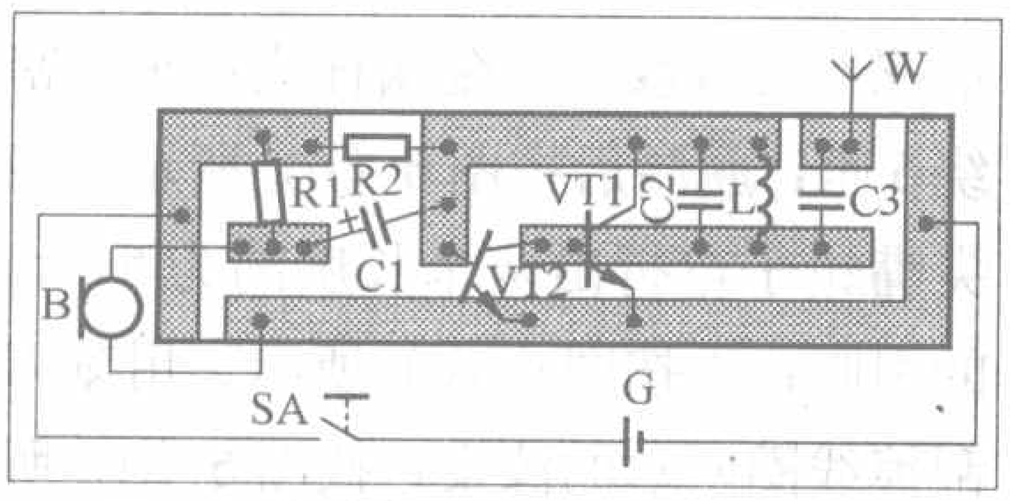


图7 调频发射机印制电路板接线图

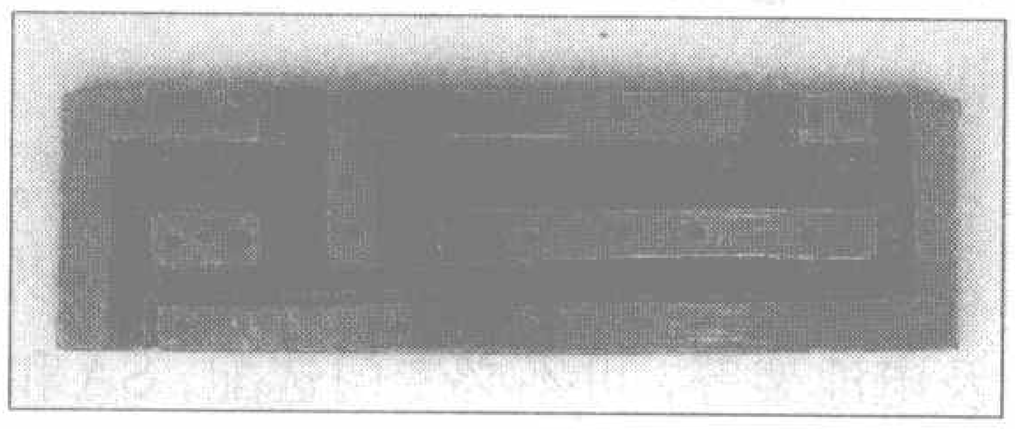


图8 刀刻法制成的电路板

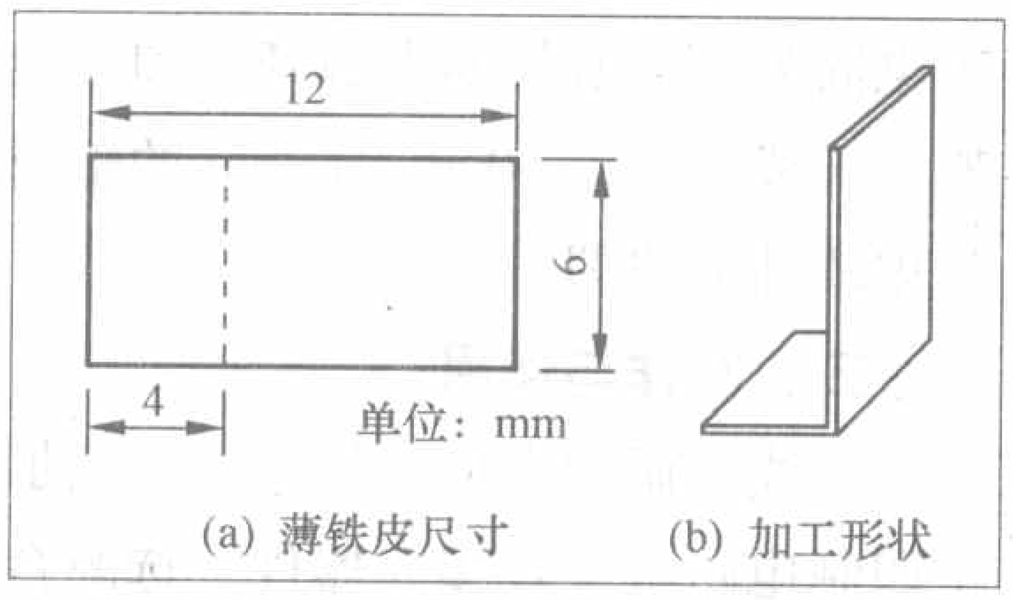
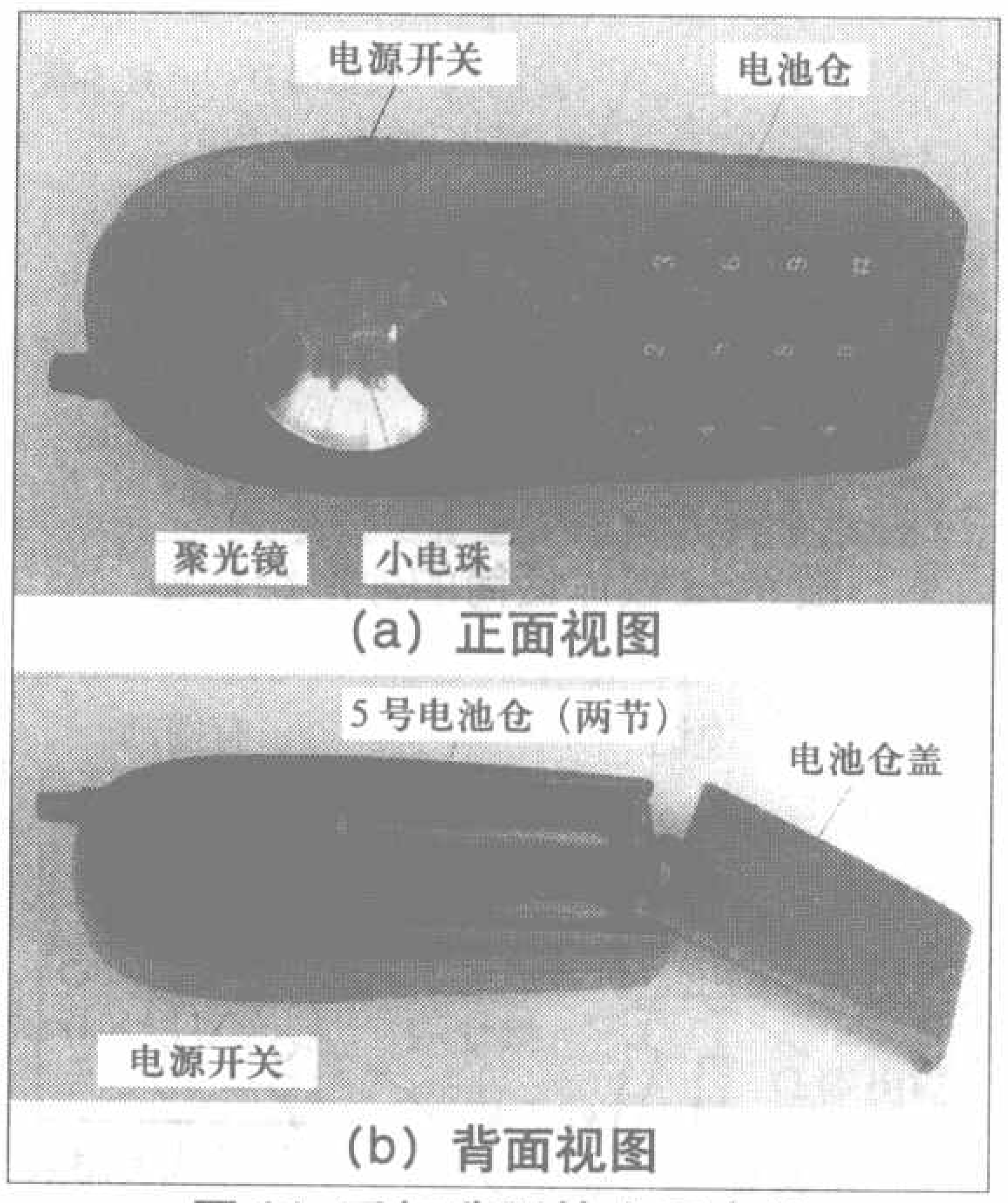


图9 “L”状金属片加工示意图

B的位置焊接上两根长5cm的塑料外皮电线(如用单芯屏蔽线,效果更佳);另在印制电路板上焊一根50cm～60cm的塑料外皮软细电线，作为天线W。印制电路板接电源开关SA和电池G的两端，不焊接引线，分别焊接上按照图9所示加工成的“L”状金属片即可。焊接时还要注意，不可将电解电容器C1的极性接反，也不要焊错晶体三极管VT1和VT2的管脚。焊接好的印制电路板如图10所示。

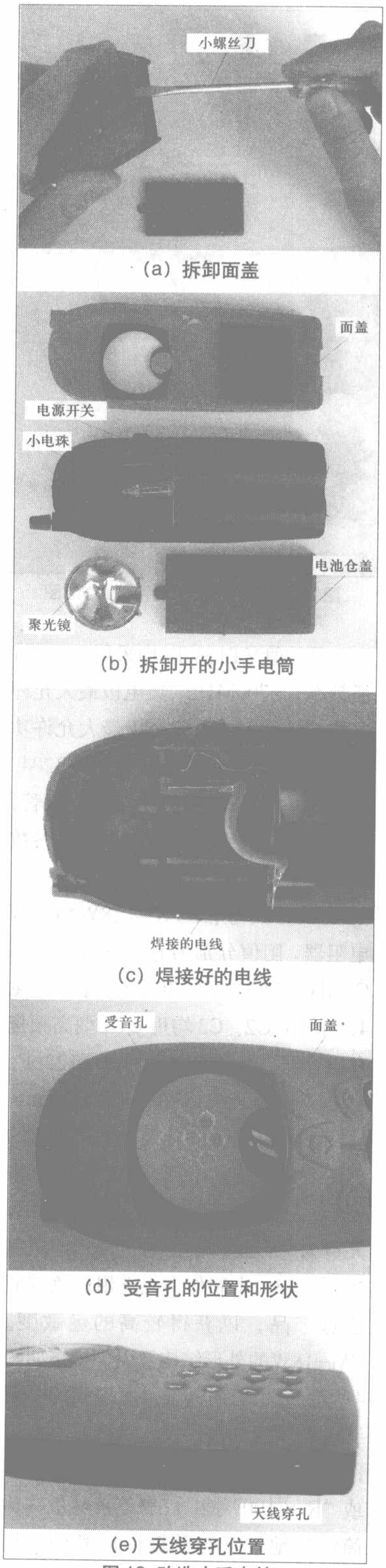
第二步，从市场购买一个采用两节5号干电池供电的手机造型小手电筒，其外形结构如图11 (a) 和 (b) 所示。按图12 (a) ～ (e) 所示，对小手电筒进行必要的改造，以便用作调频发射机的外壳。先按图12(a)和(b)所示，用小螺丝刀撬开小手电筒的面盖，取下聚光镜。接着拆掉小电珠不用，按图12 (c) 所示，在接小电珠的两端直接用一段电线焊接通。原电源开关保留，直接用作本制作的电源开关SA。然后，按图12 (d) 所示，在外壳面盖原正对小电珠的位置处，用小电钻打出7个 ϕ 2mm 的梅花状小孔，以作为驻极体话筒B的受音孔。再按图12 (e) 所示的位置，用小电钻打一个 ϕ 1mm 的小孔，作为天线W的穿出孔。



(a) 正面视图

(b) 背面视图

图11 手机造型的小手电筒



(a) 拆卸面盖

(b) 拆卸开的小手电筒

(c) 焊接好的电线

(d) 受音孔的位置和形状

(e) 天线穿孔位置

图12 改造小手电筒

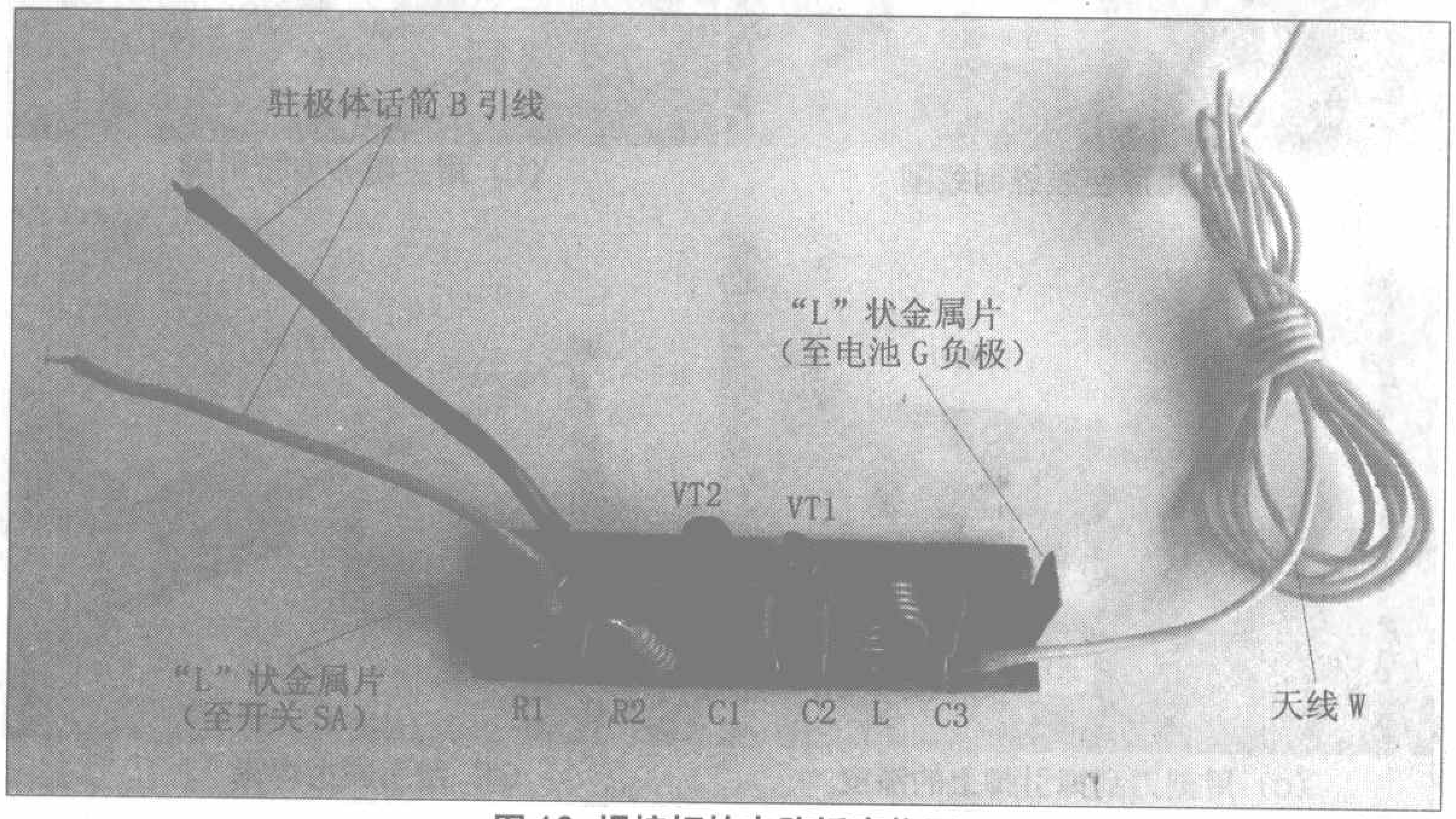
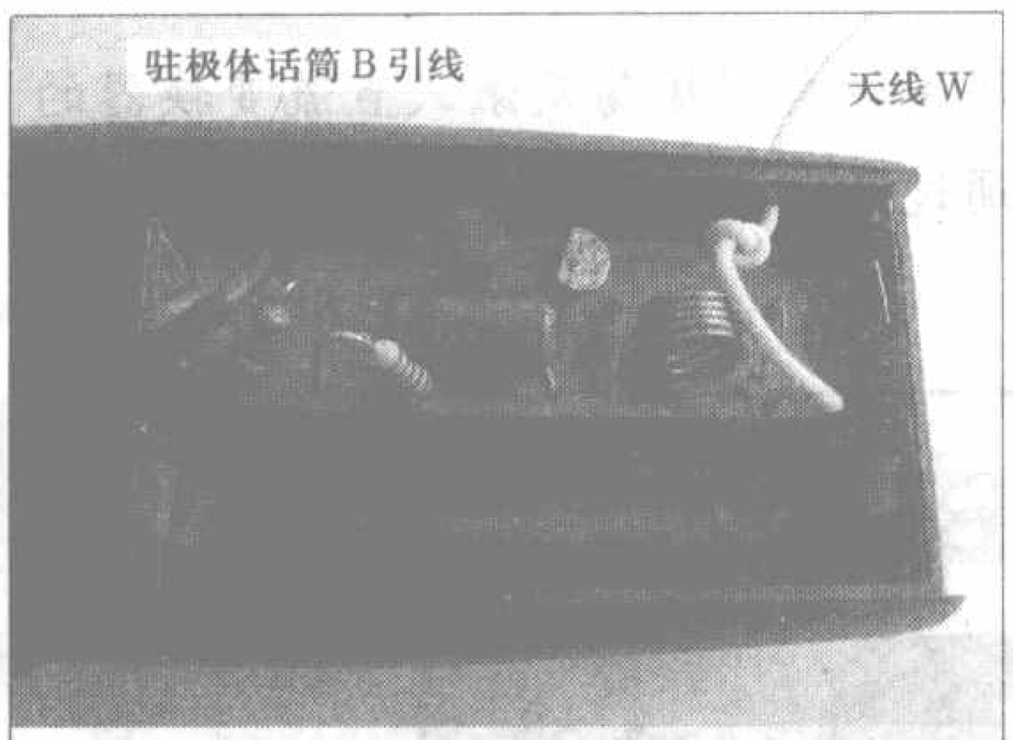
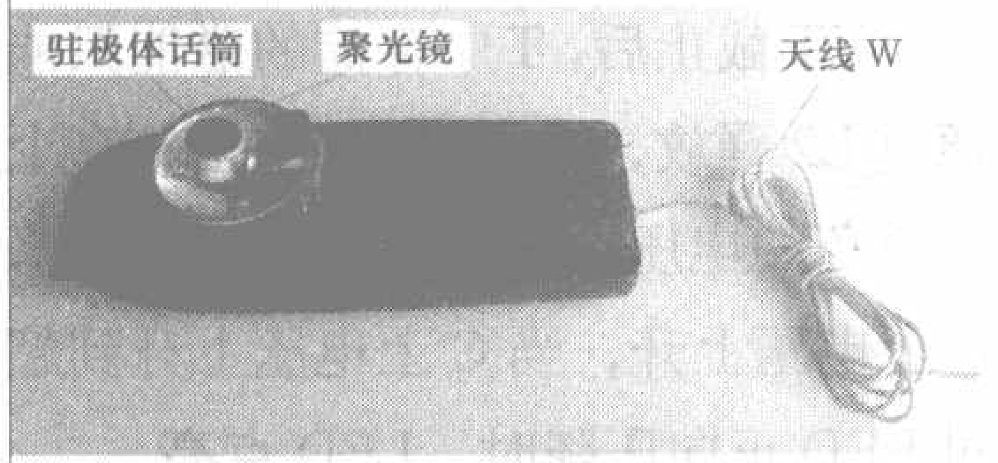


图10 焊接好的电路板实物图

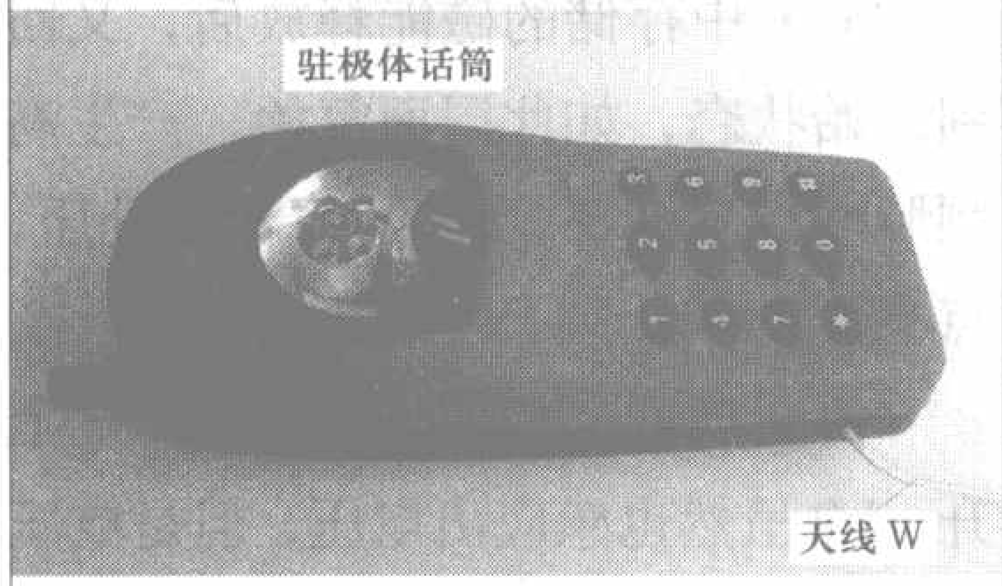


(a) 安装电路板

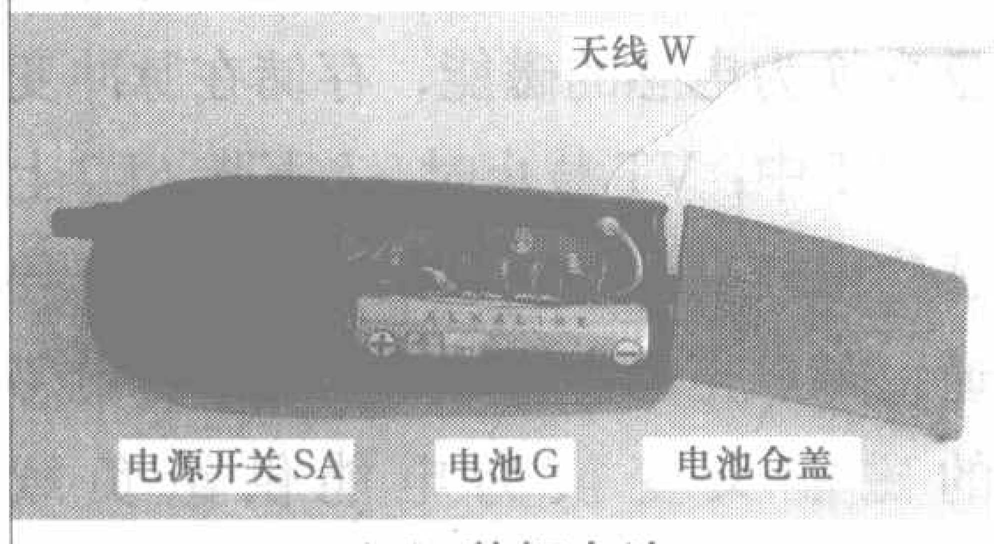
(b) 焊接好的驻极体话筒



(c) 放正驻极体话筒和聚光镜



(d) 装好面盖



(e) 装好电池

图13 发射机的组装

第三步，按图13（a）～（e）所示进行调频发射机的组装。首先，打开外壳背面的电池仓盖，不必改动电池架，按照图13（a）所示，将靠近电源开关（图中左下方）的一侧留下来仍然放置1节5号干电池G，另一侧就像装电池一样直接安放上焊接好的电路板。在天线W距电路板2cm的位置处打上一个小结，并将天线W穿出外壳上事先所开好的天线穿孔。然后，将电路板上的两根短引线，通过靠近聚光镜一侧的小孔穿出，再按图13（b）所示，穿过聚光镜小孔，焊接上驻极体话筒B。注意：驻极体话筒B的输出端D，应接电路板上电容器C1一端的引出线；驻极体话筒B的接地端（与其外壳相通），应接电路板上VT1、VT2的发射极一端引出线，不可接反。驻极体话筒B实际上安装在原小电珠的位置，如图13（c）所示。合上外壳面盖后，驻极体话筒B的受音面正好紧对着面盖上事先开出来的受音孔，如图13（d）所示，这确保了顺利接收外界的声波。最后，按图13（e）所示，在电池仓内装上1节5号干电池，合上电池仓盖，组装工作即结束。

配合无线电调频发射机所用的普通便携式调频收音机或具有调频波段的普通便携式收音机，最好选购带拉杆天线的高灵敏度收音机，以保证接收信号的质量并达到有效接收距离。

调试时，首先展开无线电调频发射机的天线W，并合上电源开关SA；同时在旁边打开调频收音机，调节接收频率，使调频收音机能在无广播电台的位置处接收到无线电调频发射机的信号。一般来说，焊接好的无线电调频发射机，只要元器件质量有保证，参数选择正确，接线没有错误，通电后便会正常发射信号，而且发射频率就在88MHz～108MHz的调频广播波段内。如果接收信号正好处在有广播电台的频率位置或不在调频广播波段内，可通过适当增大或减小电感线圈L的匝间距离加以调节。具体可按图14所示，用小螺丝刀一边拨动电感线圈L来调整匝间距离，一边调节调频收音机的接收频率。如果调整不成功，可通过适当加大或减小电容器

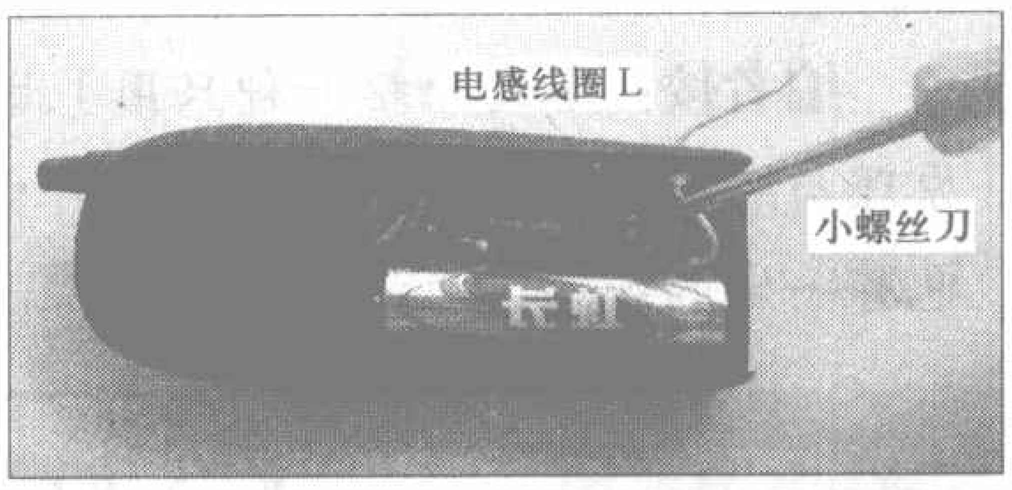


图14 用小螺丝刀调节电感线圈的匝间距

C2的容量或增减电感线圈L的匝数来加以调整。电容器C2的取值范围应在8.2pF～18pF之间，而电感线圈L的匝数增减应不超过1匝。最后，听收音机接收到的声音是否清晰，如不理想，可通过调整电阻器R1的阻值来加以改善。具体可找910Ω、1.5kΩ、2kΩ、2.4kΩ、3kΩ的1/8W碳膜电阻器各一只，分别去替换电路板上的电阻器R1，对比选择使收音机接收到的声音最清晰、最响亮的电阻器固定下来。至此，无线电调频发射机的调试工作结束，可投入正式使用了。

实际使用时，应将调频发射机放在婴儿房间能够良好接收到小宝宝哭闹声的地方，为了保证发射信号良好，天线必须拉开；为了防止交流电信号干扰音频信号，调频发射机还应远离房间的220V交流电器和电源线。调频收音机可由大人随身携带或放在另外有人的房间，天线也要拉开。当小宝宝哭了、叫了或有任何响动时，都逃脱不了调频收音机的监听。大人听到声音，便可在最短的时间内回到小宝宝身边，及时给予照顾，避免各种意外的发生。

无线电调频发射机的工作电流实测为0.6mA，非常省电。经实测，每天开机8小时，1节5号干电池可用4个月。采用普通调频收音机，一般有效监听距离可达30m左右。该无线电调频发射机也可当作普通无线话筒来使用。如果同时制作两个无线电调频发射机（采用不同发射频率）和两台调频收音机，则可在一定距离内实现双向无线电对讲。

编者按： 本文介绍一种只用1.5V电压供电的超高亮LED的应用电路，该电路应用的自激振荡反激式直流变换器的原理与照相机电子闪光灯、荧光灯电子镇流器等电路的原理有一定的相通之处，通过制作本电路，对上述电路的学习也有一定的帮助。

只用1节5号电池供电的超高亮LED电路

文/赵世平

市面上销售的应急灯一般使用低压白炽灯泡或荧光灯管照明，要求电源电压高（6V～12V）、电流大(可达1A以上)。本文介绍一种1.5V电源LED应急灯，该应急灯使用超高亮发光二极管照明，亮度高，耗电小，只用一节5号电池（1.5V）供电，电流约100mA，可以使用最普通的5号锌锰电池或者碱性电池供电照明3～8小时。

电路特点

新型的超高亮发光二极管，不管是蓝色还是白色，导通正向压降都在3V以上，即需要3V以上电源才能点亮，1节1.5V电池是不可能点亮的。为此，本文介绍的应急灯电路设计了升压部分，将1.5V电源升压到3V以上，点亮超高亮LED，应急灯电路见图1。

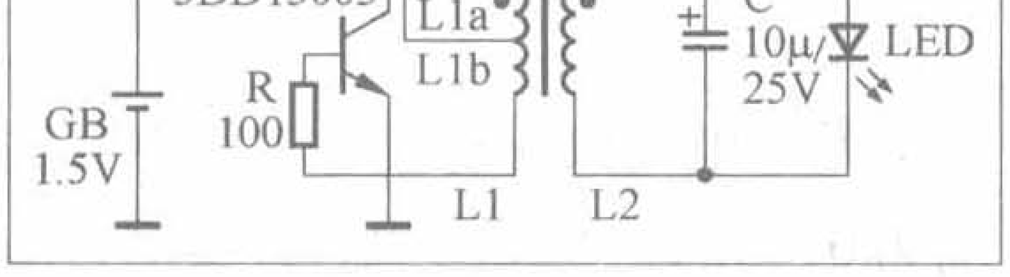


图1

工作原理

本应急灯使用直流变换器将1.5V直流电源升压为3V以上的直流电源，点亮LED。VT、R和T构成高频脉冲振荡器，将1.5V直流电源逆变成为高频脉冲交流，经脉冲变压器T升压后，再通过VD和C整流、滤波成为较高的直流电压，点亮LED。实际上，本应急灯使用的直流变换器属于一种自激振荡反激式（Flyback）直流变换器，是Buck–Boost（升降压）直流变换器的一种改进，工作原理如下：

1.接通电源后，电源通过L1b和R向VT提供基极电流I_b，VT开始导通，集电极电流I_c增大。由于L1a串接在VT的集电极回路中，电感中电流不能突变，I_c开始按指数规律上升，L1a上的电压极性为上负下正，电流增大，T中磁通增大，L1b感应出上负下正的电压，这个电压使得VT的I_b进一步增大，导致I_c又进一步增大。如此导致强烈正反馈，引起“雪崩”过程，VT迅速饱和导通，当VT饱和时，$h_{FE} \times I_b > I_c$。VT饱和导通时，I_c上升，L2虽然也感应出电压，但是电压极性为上负下正，VD不导通。

2.VT饱和后，由于电感中电流不能突变，I_c仍然按指数规律上升（接近线性上升），L1b上的感应电压逐渐减小，使得VT的I_b逐渐减小，随着VT的I_c的上升可能出现两种情况：

(1)VT的I_c不断上升，I_b逐渐减小，最终导致$h_{FE} \times I_b \leqslant I_c$。

(2)当VT的I_c上升到一定值后，T中磁通趋向饱和，磁通增大减慢，L1b上的感应电压减小，使得VT的I_b减小，最终也导致$h_{FE} \times I_b \leqslant I_c$。

无论出现何种情况都会导致$h_{FE} \times I_b \leqslant I_c$。当$h_{FE} \times I_b \leqslant I_c$时，VT退出饱和，$I_c$减小，T中磁通也减小，L1b感应出上正下负的电压，这个电压反而使VT的I_b进一步减小，导致I_c又进一步减小，如此过程又导致强烈正反馈，引起“雪崩”过程，VT迅速截止。

VT截止后，T中存储的磁能只能通过L2释放，在L2上感应出较高上正下负的电压，VD导通，向C充电，C上电压上升，当C上电压上升到超过LED正向压降时，LED点亮。

3.T中存储的磁能释放后，又回到起始状态，如此周而复始，产生高频脉冲自激振荡，1.5V直流被升压，点亮LED。

由此可见，VT饱和导通时，I_c上升，L2虽然也感应出电压，但是电压极性为上负下正，VD不导通，电源能量变换为电感的磁能，存储在脉冲变压器T中；VT截止时，I_c下降，L2上感应出较高上正下负的电压，VD导通，向C充电，进而点亮LED，电感的磁能又变换为电能供给负载（LED）。VT相当于一个开关，T是储能元件，VT交替饱和导通和截止，相当于开关反复接通和断开，低压直流电源就被升压成高压直流，这就是直流变换器的工作原理，这种直流变换器是改进的Buck–Boost（升降压）直流变换器，称为反激式（Flyback）直流变换器。

图2简单描述了这种直流变换器的工作原理，VT相当于一个开关。

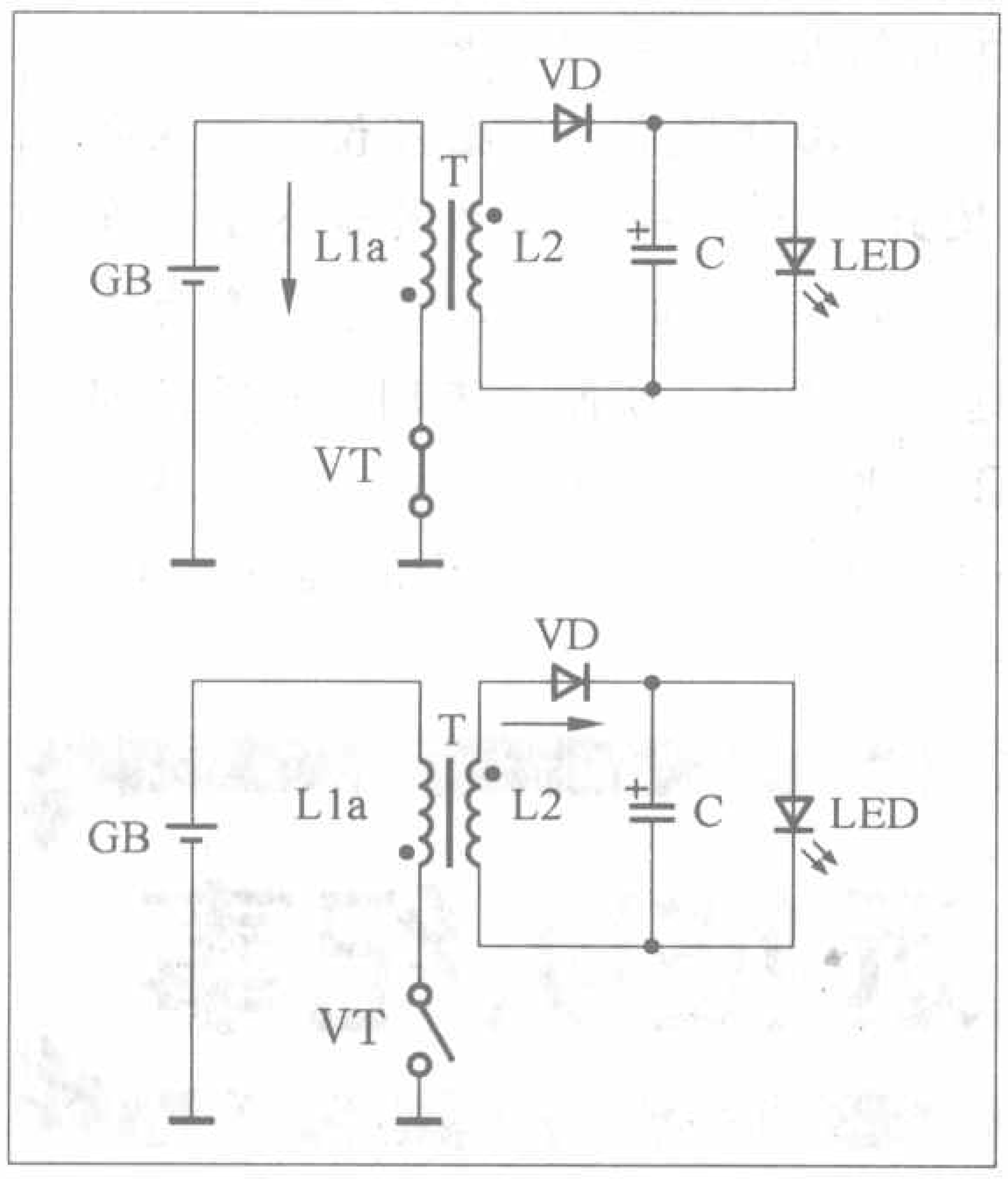


图2

这种直流变换器工作时，VT基本工作在开关状态，因此VT基本不消耗电源能量，效率较高。

元件选用

本电路中，脉冲变压器T是关键元件，必须选用高导磁率磁环绕制，这种高导磁率磁环的材料是功率铁氧体，具有适应高频大功率的特点，可以选择PC40材料（TDK）的磁环，或者R2KB1、JP4等相当于PC40材料的国产磁环。如果没有，可以从废旧荧光灯电子镇流器（节能灯）、废旧电脑开关电源或者废旧电脑主板上拆取磁环，一般都是高导磁率的，可以满足要求。宜选择大一点的磁环，太小的磁环线圈不容易绕下，L1使用普通单股绝缘导线绕10匝，在6匝处抽头，将L1分成L1a（6匝）和L1b（4匝）两段，L2用同样的导线绕10～12匝，单股绝缘导线若不好找，可以用废电话线或者废网线中的绝缘铜芯线。

VT选用电子镇流器中常用的3DD13003（国产）或者MJE13003（进口），也可从废旧荧光灯电子镇流器中拆取，但要注意检查好坏，要求$h_{FE} \geq 20$。注意国产3DD13003和3DD13001通常在外壳上只标注“13003”或“13001”字样。目前国产晶体管元件通常只标注简化型号或者仿进口型号，例如市场上的9013、9014之类的晶体管实际上大部分均为国产仿制，真实型号应该是3DG9013、3DG9014等。图3是3DD13003（左）和3DD13001（右）的元件外形。

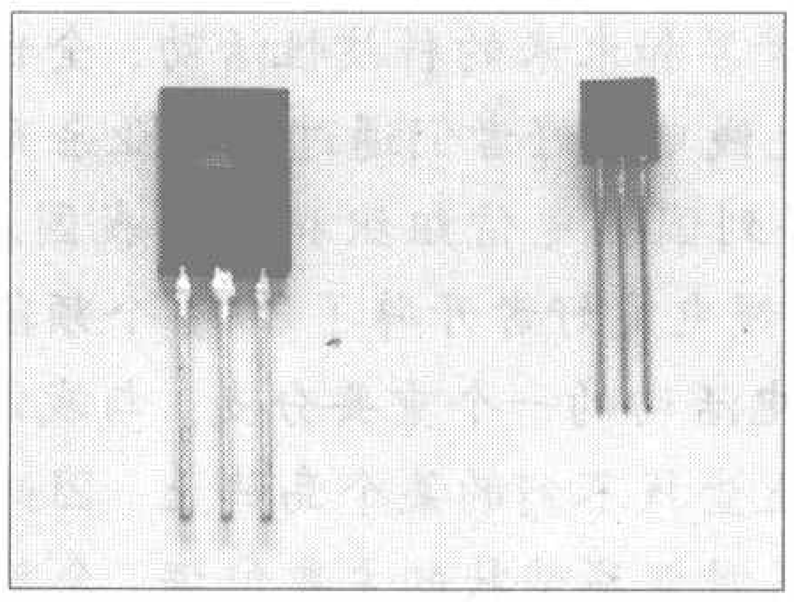


图3

R选用100Ω普通电阻。VD一定要使用高频整流二极管或者开关二极管，切不可用普通的1N4001等整流管代替，可以选用普通的1N4148开关管，如果选用FR107等高频整流二极管更好。C可选用4.7μF～22μF/25V电解电容，漏电要小，耐压不要低于25V，耐压高一点更好。

LED选用蓝色或者白色超高亮发光二极管，颜色根据喜好而定，可选直径8mm～10mm的LED，若用普通5mm的LED，可将2～3只并联使用，并联时要挑选性能参数尽量一致的LED，以防亮度不均匀。电源用5号电池一节，也可用7号电池，只是照明时间短些。

制作

本电路十分简单，使用的元件很少，所以不必使用印制电路板，直接将元件搭焊就可以了，也可以自己用刀刻一块印制电路板或者用市售的万用实验板，还可以自己制作一个外壳，甚至可以安装在台灯或者手电筒中。

图4是笔者用万用实验板制作的本应急灯发光时的照片，脉冲变压器T使用绿色磁环（PC40材料）绕制。

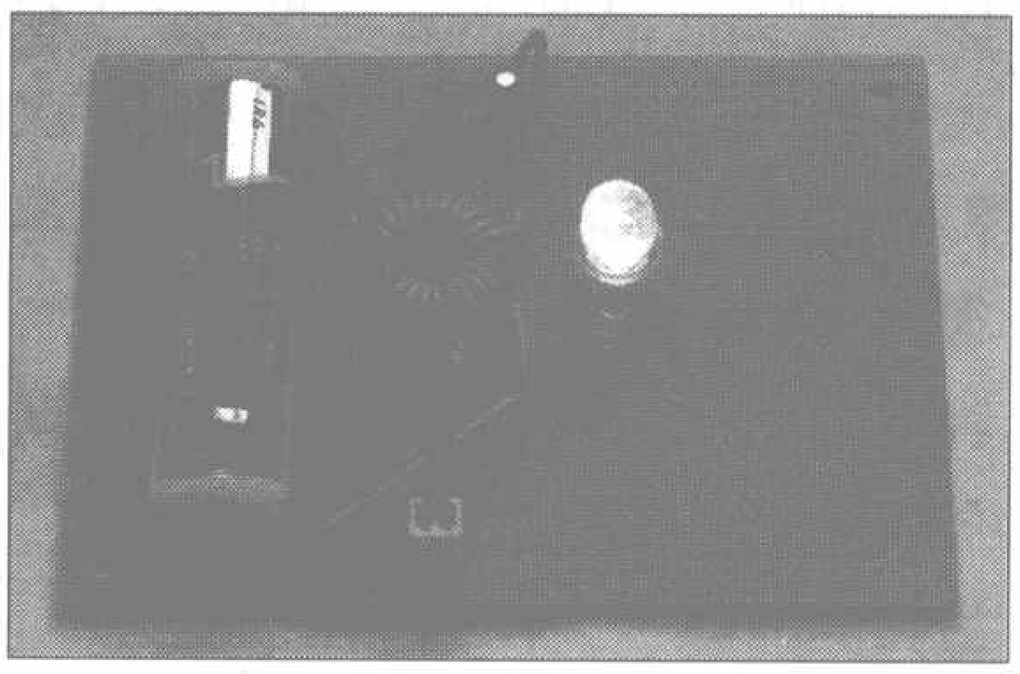


图4

制作时要注意以下几点：

1.3DD13003的引脚顺序是：印有型号的一面向着自己，引脚从左到右依次为b、c、e，切记不要接错。

2.不可在没有接通LED的情况下贸然接通电源，因为VT截止时能在L2上产生较高的电压，若不接LED，相当于空载，C上电压可升至40V～50V，很容易击穿C。

3.T的绕组同名端不能接错，同名端在电路图中已经用黑点标示出，L1和L2的同名端是L1和L2绕制时的起始端。

焊接好后，最好认真检查一下，确认电路无误后再接通电源调试。

调试

本应急灯几乎不需要调试，只要元件良好，电路无误，接通电源后LED就会发光，这时可用一台AM收音机放在应急灯旁边，如果听到“吱……”的干扰啸叫声就说明振荡正常，将万用表电流挡串入电源，总电流在100mA左右即正常，如果电流太大，可能是VT的h_{FE}太小或者T的磁环不合格，可以更换。

本应急灯电路除了用于制作应急灯以外，还可以用于制作1.5V电源的LED手电筒、1.5V电源的教学用激光发射器（电子教鞭）。另外，市售的一些LED小台灯，多用4.5V电源供电，使用3节7号电池，7号电池容量小，很不耐用。使用本电路改造电源后可用1节5号电池或者大号电池，例如1号电池供电，电池会耐用得多。

如果在本电路中使用更大的磁环，增加L1和L2的匝数，提高L2与L1的匝数比，VT换为3DD13005等更大功率的管子，VD和C换耐压更高的，电源电压提高到9V～12V，经过这样的改进后本电路甚至可以作为简单的直流高压发生器。

编者按：业余无线电是一项将人们带向世界和未来的科技性活动，全世界现有注册的业余无线电爱好者（又称“火腿”、“HAM”）300多万，普及率较高。业余无线电爱好者们通过发射业余无线电波，互相切磋技术、传播友谊，并在突发灾害时为社会提供应急通信服务，因此得到国际电信组织和包括我国在内的各国政府的支持，通过国际公法，在1.8MHz～250GHz的无线电频谱区间为业余无线电爱好者开辟了20多个频段。本文介绍的DX（Distant eXchange，意为与远距离电台进行双向通联）活动是业余无线电活动的一个重要分支。与我们远距离通联的火腿，可能在本国，可能在邻国，可能在地球的另一面，也可能是在地图上查找不到的某个岛屿上，因此远距离通联比本地通联更有乐趣，更有挑战性。远程通联的数量与难度，也是火腿申请各种竞赛奖状的主要依据。今年4月，经国家相关部门批准，由我国及美国、德国、芬兰、意大利等国家的业余无线电爱好者组成的远征队在黄岩岛进行了DX活动。

BS7H黄岩岛国际业余无线电远征队纪事

文/文翰墨

联络更多、更远是百余年来业余无线电爱好者追求的目标之一。为了鼓励这种追求，美国业余无线电爱好者于上世纪30年代提出了一套游戏规则，后来成为美国业余无线电协会的“远程百区俱乐部（DX Century Club，简称DXCC）”奖励规则，综合政治国界和地理位置等因素，把全世界分成337个“DXCC实体”，任何业余电台要是能联络上100个实体中的业余电台，就可以申请一张DXCC证书，联络到实体数目最多的业余无线电爱好者就可以进入世界排名榜。

对于已经打遍常规实体的火腿来说，只能通过联络稀有实体区域中的电台才能进一步提高得分，这使得某些稀有实体的业余电台成为一种世界性的需求。一些火腿为了满足这类需求，不惜历尽千辛万苦，花费重金进行“DX远征（dx-pedition）”，带着业余电台到这些地方进行操作。而世界各地的DX爱好者也会抓住这些机会，千方百计地与远征队联络，以便得到平时难得的一分。

黄岩岛离我国大陆800多公里，满足成为DXCC实体所要求的“离开本土225海里以上”的条件，1990年起成为DX爱好者争取加分的舞台。在著名DX爱好者JA1BK和OH2BH的积极推动下，由美国、德国、日本、芬兰等国以及我国业余无线电爱好者组成的BS7H国际业余无线电远征队分别于1994、1995和1997年登上黄岩岛与世界联络，并于1995年争取到美国业余无线电协会ARRL的承认，把黄岩岛呼号BS7H列入DXCC实体表，自1995年开始与黄岩岛的业余无线电联络可以计入DXCC成绩。

2005年、2006年，美国和芬兰的业余无线电爱好者向我国有关部门提出了到黄岩岛进行业余无线电远征活动的申请，于2007年初获准，并确定由中国无线电运动协会加以必要的配合协助，无线电管理部门为中国无线电运动协会颁发了BS7H业余电台执照。这次远征队由美国AA4NN、K4UJ、K9AJ、ND2T、N6MZ、W6RGG、9V1YC、德国DL3MBG、芬兰OH2BH、意大利I8NHJ以及我国大陆BA1AAX、BA1HAM、BA1RB、BA4RC、BA4RF和台湾地区BV6HJ等16人组成。后勤支持由BV4FH、BV4DP负责，VR2KW等也给予了很大的帮助。北京B1Z竞赛组、江苏DX俱乐部JSDXC、广东B7K竞赛组等很多国内业余无线电爱好者参与了各种准备工作。此次黄岩岛远征中，队员们经受了多重考验，圆满地完成了活动。

考验之一：在弹丸之地构建操作的天堂

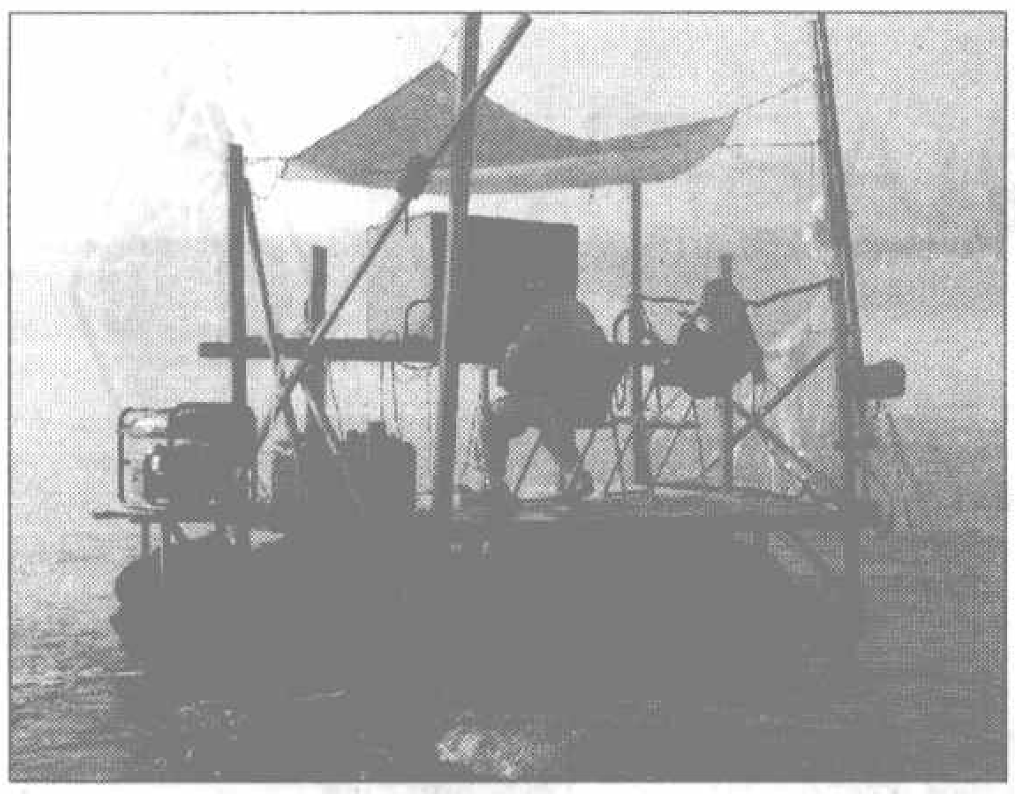
黄岩岛是一个方圆十多公里的三角形礁盘，礁盘边缘的水深数十厘米至数米，一些地方在落潮时露出水面，形成浅滩。珊瑚等大量生物遗骸的沉积在礁盘上，形成数以百计的石灰岩礁石，其中一些即使在涨潮时也高于海平面，形成小小的岛屿。

所谓“较大”的礁石，露出水面的面积也不过$2m^2$～$7m^2$，形状很不规则。要建造稳定舒适的操作平台，而且按照DXCC的规则所有的支撑在涨潮时不能接触水面，确实不是一件容易的事。好在BV6HJ柯志达不但是一位天线制作家，也有一双木工巧手，他还带去了自己的非常合用的工具，在BA1AAX、BA4RC、BA4RF等头顶烈日的合作之下，以很快的速度搭建了四个操作平台，为后来的操作提供了安全的场地。

那些四面透风的微型操作室牢固地站立在弹丸大小的微型礁石上，队员们置身其中，在茫茫海天之间的感觉如同天堂般舒适。

考验之二：天线之争

出发前美国队友坚持只能使用一种1/4波长垂直地网天线（GP），但是考虑到这种天线可能出现的问题，后勤组还是带去了BV4HJ自制的八木天线和国内火腿常用的那种升降杆。


BA1RB 在最大的平台上操作

通常，大家认为垂直天线更好的理由是，垂直天线有较低的仰角，在导电良好的海水上的地面损耗也不大。而在小小礁石上只能架设很低的八木天线，这会导致天线仰角偏高，效果不好。如果这次使用的是1994、1995、1997年那样的1/2波长垂直天线（R7、R7000），而且架不起足够高的八木天线，这个理由是成立的。

然而这次使用的1/4波长垂直地网天线却惹了很大的麻烦。其实道理很简单：任何谐振天线的振子长度都应该是1/2波长（或者奇数倍），其中间点可以与低阻抗馈线相匹配。1/4波长地网天线只不过是利用1/4波长导线作为上半振子，利用大地或者人造大地中感应产生的1/4波长镜像作为下半振子，总电气长度还是1/2波长，低阻抗馈电点还是在中间。就BS7H礁石而言，镜像在海面中产生。对于海面，海面以上的导线都是振子，包括平台上面的天线和平台到海面的“地网引线”，其总长度应该是1/4波长。然而队员们携带的天线产品却把平台作为天线和地网的分界点，并在该点馈电。如果在15m波段，海面以上部分的总长度应为3.4m左右，假设平台高出海面1.7m，那么相当于从偏离中点1/4波长的地方馈电，阻抗当然无法匹配。即使后来增加了“地网引线”数目，但这些人造地网仍然无法屏蔽掉海面的镜像作用，不能把振子和地网的分界线提升到馈电点，天线驻波比仍然很大。加上潮水和海浪使得海面以上部分的导线总长度总在不断改变，潮位落差可达1m左右，不但影响了天线谐振频率，也影响了馈电点在振子上的相对位置。

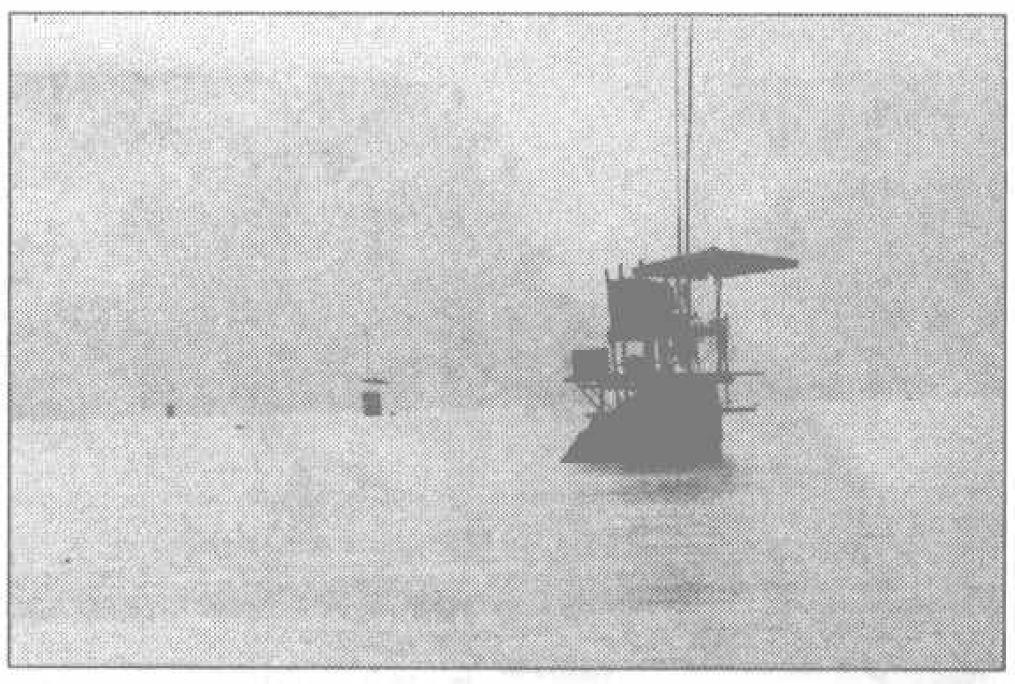
后来BV后勤组架起了既经得住风浪、高度又大于8m的八木天线，其主杆还同时成为80m波段折合1/4波长地网天线的支撑杆，情况总算得到了改善。

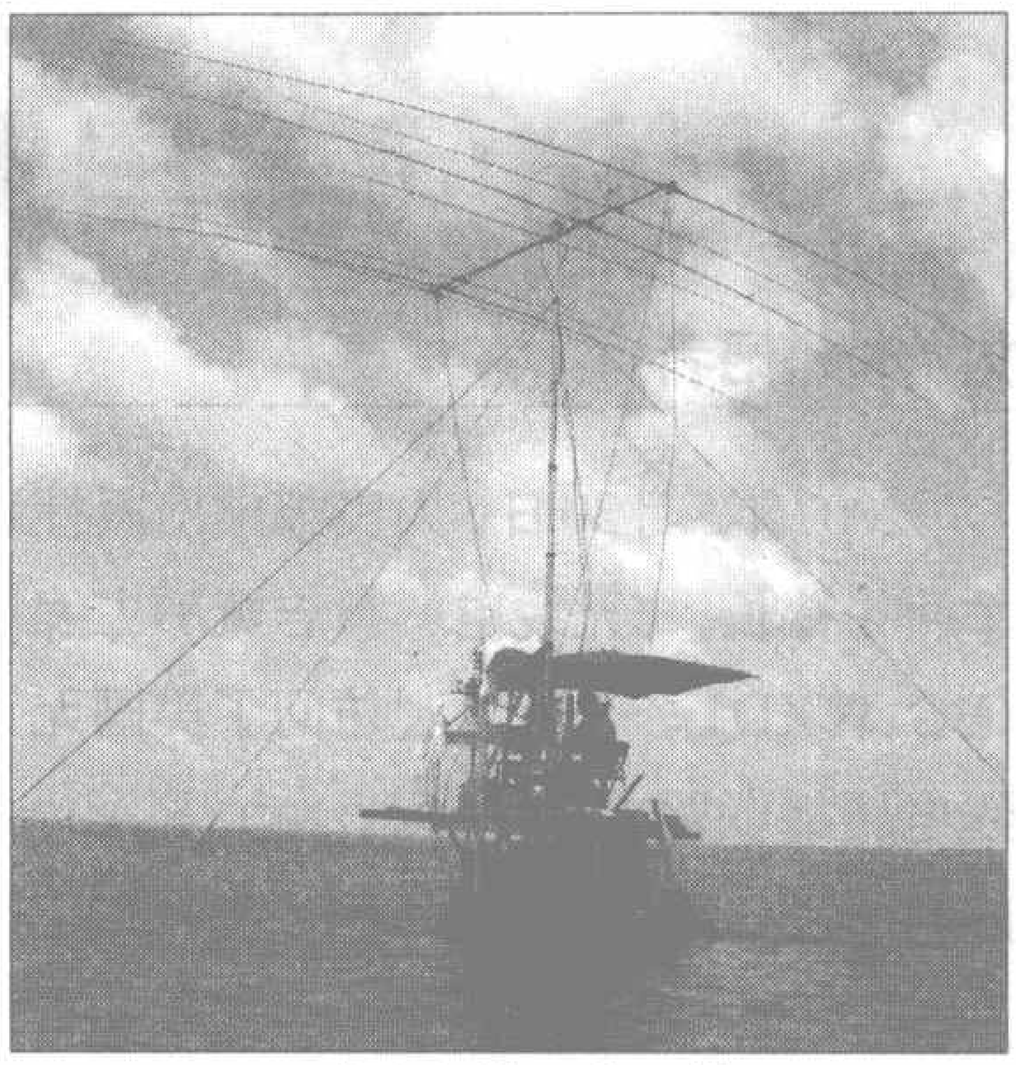
这次天线之争的实践给了我们一个有益的提示，就是在类似BS7H的条件下使用1/4垂直地网天线时需要格外小心，不要使离地过远的“地网引线”变成上半振子的一部分，而造成馈电点离开匹配位置。

考验之三：Pile Up（电台堆积）

大量等待与BS7H联络的电台信号堆积成厚厚的一片，即所谓Pile Up，听起来像是一片噪声，很难分辨出其中的任何一个信号。处理Pile Up总是DX远征中对操作员的考验。BS7H操作员必须不断变换接收频率寻找信号密度较低的频点，例如Pile Up信号群的两侧频率，并通过有节奏的回答，使其他电台掌握自己的发射节律以便有效地呼叫，并使其他电台及时监听到被回答电台的工作频率，以便选择更容易命中的发射频率。此外，操作员有时还需要有控制Pile Up的能力，“镇”住那些不遵守秩序的呼叫者。

这次BS7H所使用的收发信机是体积紧凑的车载台，通带滤波器宽度通过DSP选择。多数操作员的感觉是，虽然在一般联络时这类设备的收发性能还算可以，控制菜单的功能也比较齐全，但


三个操作平台


礁石上的八木天线

是在BS7H这种面对庞大Pile Up信号群的情况下，输出音频信号的可分辨率比传统的不同带宽的晶体滤波器组明显逊色。即使用射频增益控制降低灵敏度以减少进入DSP的信号数量，信号的通透性还是不及传统收信机。

这次BS7H远征队电台共进行了45820次联络，其中与祖国大陆地区业余电台的QSO总数为976次，排行第7，仅次于日本（17562）、美国（6421）、意大利（2370）、德国（2274）、俄罗斯（1798）和芬兰（1006）。与我国台湾地区业余电台的QSO总数为158，澳门地区为2。笔者尚未得到关于香港地区联络的准确统计，估计应在100多个QSO。如果忽略同一频段、同一方式、与同一电台的重复联络，BS7H与大陆地区业余电台的QSO数量则为413次。

与历史情况相比，这次祖国大陆业余电台的表现更加积极，反映了近些年来国内业余无线电队伍的壮大和水平的提高。但是就联络的具体情况看，很多电台操作还不够老练，如果没有BS7H操作人员的配合，有些电台会很难在Pile Up中竞争到通联的机会。相信随着时间的推移，将会有更多的业余电台初学者跨越纯粹闲聊的低级阶段，参加到DX以及业余无线电其他分支的自我训练和技术研究活动中来，也会有更多的Bravo（B字头）电台加入DX追逐。

本刊访问美国业余无线电转播联盟(ARRL)

文/本刊记者

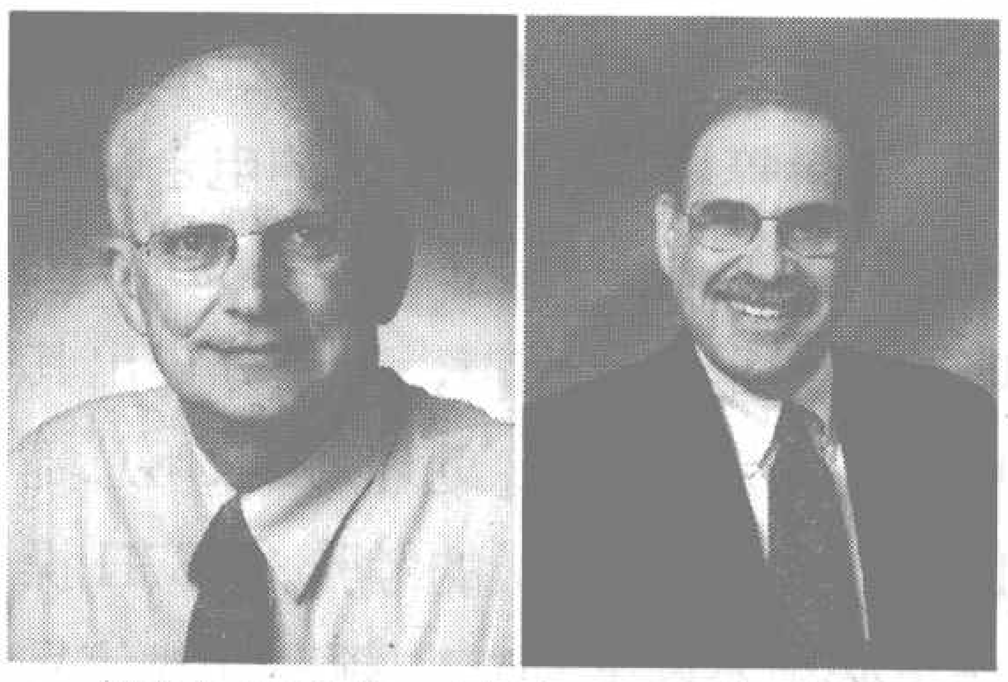
2007年5月30日，人民邮电出版社季仲华社长、《无线电》杂志黄彤主编(BG1WXD)等一行参观访问了美国无线电转播联盟总部(American Radio Relay League，缩写为ARRL)，ARRL主席David Sumner先生(K1ZZ)和首席执行官Harold Kramer先生(WJ1B)详细介绍了ARRL的工作情况以及美国的业余无线电活动，季仲华社长和黄彤主编分别向对方介绍了人民邮电出版社及《无线电》杂志的情况，双方进行了广泛的业务探讨和技术交流。

David Sumner主席向我们介绍说：美国是开展业余无线电活动非常活跃的国家之一。早在100年前就已有很多人参与业余无线电通信活动，1914年5月，由发明家、实业家、同时也是无线电爱好者的马克希姆先生在美国的康涅狄格州发起组织一个业余团体，将全美国的

ARRL 创始人马克西姆（H. P. Maxim)先生

业余电台组织起来，就是现在全球闻名、与业余无线电共同进步的ARRL，这是一个业余无线电爱好者管理，并且为业余无线电爱好者服务的非赢利组织。在第二次世界大战期间，美国的业余无线电活动受到一定影响，但ARRL并未停止工作，仍继续组织、普及无线电通信技术知识，为战后的经济建设培养了大量的技术人才。

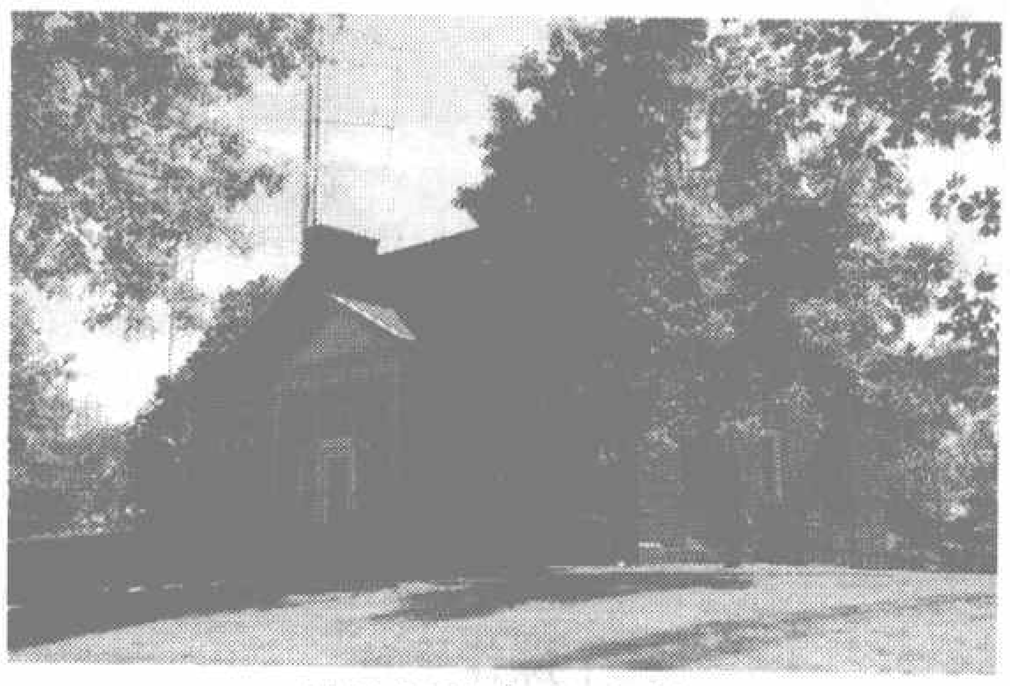
首席执行官Harold Kramer先生热情地带着我们逐个房间地参观了ARRL总部，详细地介绍了各个部门的工作分工，主要包括图书期刊出版部门、培训考试部门、竞赛活动部门和市场策划部门等，另外还有QSL卡片管理部门和邮购部门。ARRL现有会员15万人，每月出版发行面向无线电爱好者的《QST》杂志，另外出版《QEX》季刊和《NCJ》杂志。除了杂志外，ARRL每年均出版《业余无线电手册》(ARRL HANDBOOK)，这本书已成为全球业



ARRL 主席 David Sumner（左）和
首席执行官 Harold Kramer（右）

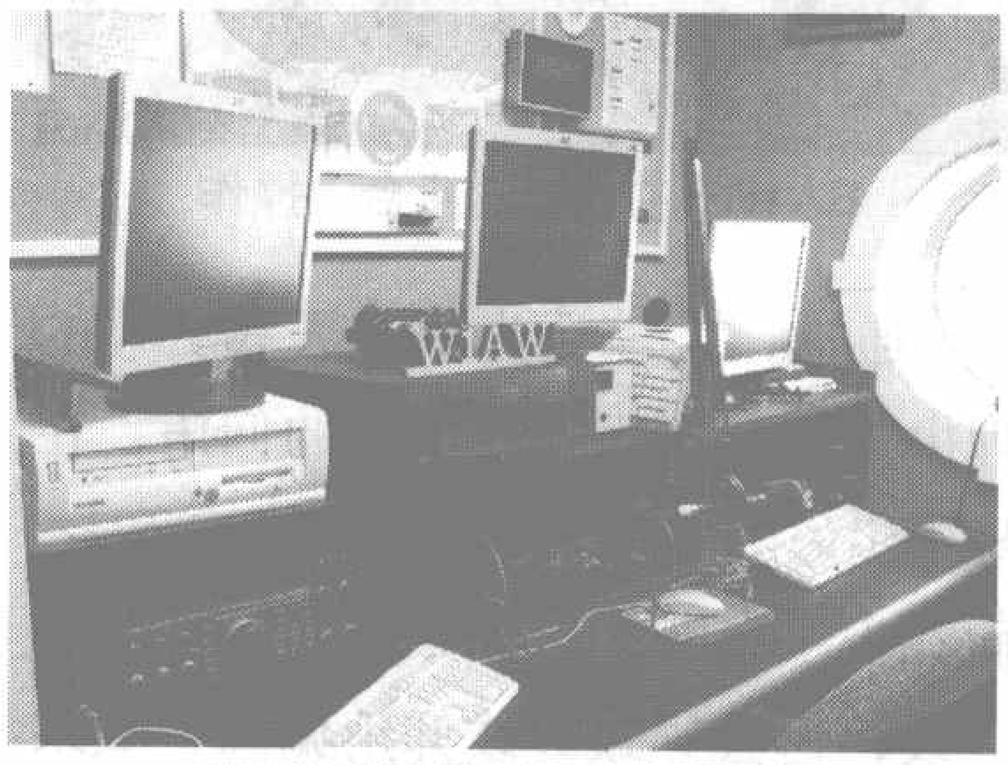
余无线电爱好者公认的宝典之一。另外，还出版《天线手册》(ANTENNA BOOK)以及和无线电DIY制作相关的一系列出版物。

ARRL总部里摆放着世界各地业余无线电协会组织赠送的礼品，其中包括中国无线电运动协会（CRSA）赠送的礼物。ARRL的实验室里摆放了大量的测试仪器、制作工具以及各类无线电元器件，《QST》杂志中的很多技术文章和实验制作都是在这里完成的，另外，还有一间屏蔽室，用来测量业余通信电台



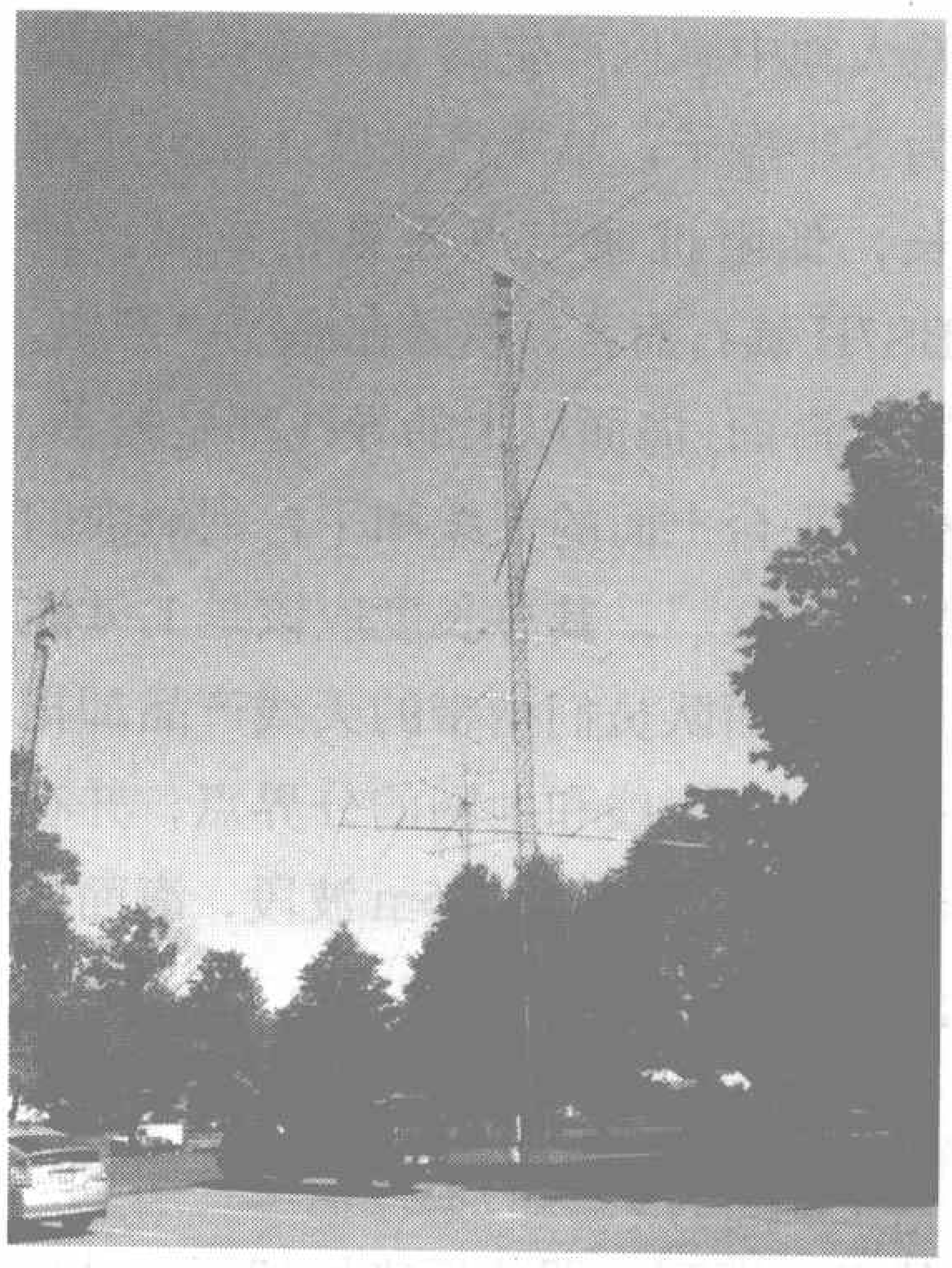
W1AW 电台台址

产品的各项性能指标。



W1AW 的通信设备操作台

我们还饶有兴趣地参观了为ARRL创始人马克希姆（H.P.Maxim）先生设立的纪念电台W1AW，这里既保留了大量的古董通信器材，另外又有大量最新型号的通信机，可以称得上是一个小型的业余无线电通信博物馆。据介绍，每一个有业余电台执照的无线电爱好者都可以来W1AW上机操作，同世界各地的业余电台通信联络。



W1AW 的通信天线架

关于访问ARRL的图片，可以参看本期杂志的彩色插页，也可上《无线电》杂志的网站浏览，网址是：www.radio.com.cn。

编者按： 每年的5月5日被我国业余无线电爱好者称为中国业余无线电节，很多HAM简称之为“五五节”。五五节是在抗战背景下产生的，1937年抗战爆发，大批业余无线电爱好者聚集到了四川、贵州等地，并很快成立了战时服务团。1940年，北平、天津、上海、武汉、重庆等城市的业余无线电爱好者通过自己的业余电台召开“空中”大会，显示民族团结的精神。从此，5月5日被业余无线电爱好者当作“中国业余无线电节”。

在国外，每年的德国业余无线电节、日本业余无线电节和美国业余无线电节都是世界无线电爱好者非常向往的节日。

今年5月5日，2007中国业余无线电节活动在北京举行，与此同时，全国各地的业余无线电爱好者也开展了丰富多彩的活动，读者可以到www.hellocq.com/cgi-bin/forums.cgi?forum=22&show=25上了解各地五五节活动的精彩内容。下文是一位HAM在北京亲历五五节的所见所闻，希望通过此次活动的展示，更多的无线电爱好者参加到业余无线电活动中来。

走进2007中国业余无线电节

——一位HAM眼中的“五五节”

文/朝 晖

今年5月5日，笔者和几位HAM朋友参加了在北京举办的2007中国业余无线电节。

我们一早赶到五五节现场，刚进现场大院就看到十几米跨度的充气拱门上写着“2007中国无线电节”，四个升空气球在会场外一字排开，院子周围已经插满了各个HAM俱乐部的彩旗，一下子就有了过节的气氛。此时，人已经来了不少，都在忙着布置现场。北京的回龙观HAM联盟和北京73俱乐部的人员正在院子东、西两侧架设集体电台，会堂门口挂着“频率有秩序，精彩有延续”的大横幅。

交换礼物

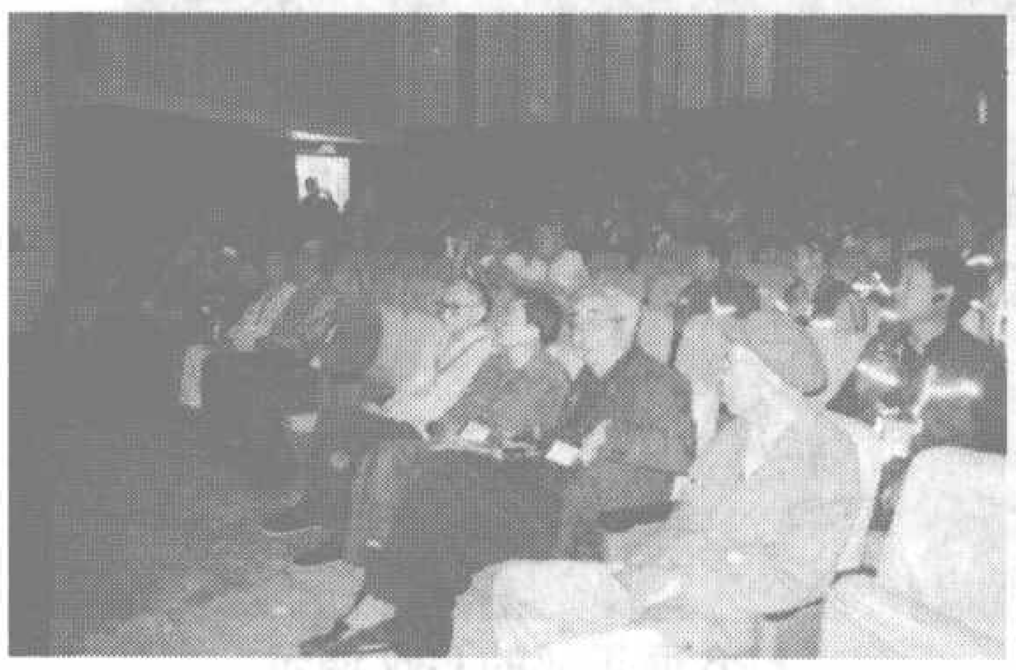
会场里面已经开始签到报名了，人很多。看见别人都拿着中国无线电运动协会的会员证，笔者也掏出会员证来，工作人员给我写好了一张胸牌，还发了一张活动宣传彩页，并告诉我到旁边可以交换礼品。我一头雾水！什么交换礼品？向别人一打听才知道，原来这是一项保留节目，每次五五节活动都有交换礼品的环节，就是自己准备一份小礼物交给组委会，在活动结束之前，组委会随机地把大家交来的礼品发给其他参加者。虽然交换礼物的每个人都不知道会交换到什么样的礼物，但至少可以通过这个环节认识新的朋友。每个人准备的礼品内容不限，一般都是一些小配件或者实用小工具什么的。我就看到有个HAM领到了一把日本的多用螺丝刀。唉，羡慕啊。早知道我也带点礼品来了，没准就有机会得到惊喜！

五五节的由来

按照宣传页上的时间表，第一项活动是年会。上午10点左右，年会开始了。年会上，德高望重的老业余无线电家介绍了五五节的由来和业余无线电历史。我这才知道五五节起源于1940年，当时正值抗战期间，一些HAM在频率上定下了在5月5日这个日子通过自己的业余电台召开“空中”大会，因为两只手都是5根手指，握起来就是两个拳头，意味着团结一致取得胜利。此后，就把这一天作为中国业余无线电节。

向老业余无线电家致敬

1947年抗战胜利后，当时的业余无线电协会组织了一次大规模的空中纪念活动，主会场设在南京，北京设分会场，就在北京天坛公园里。当时到会的有200多人。一些参加过当年聚会的老业余无线电家，今天也来到了五五节的年会上，这样算来，时间相隔已经整整60周年啦！当年的毛头小伙子，如今已是耄耋之年，想起来真让人感慨。到会的16位老业余无线电家据说平均年龄已有81岁，其中专程从武汉赶来、开台已经72年的朱天赋先生（BA6QB）已是93岁高龄。



会场上的老业余无线电家

现场通联与颁奖

在接下来的活动中，年会现场的HAM和远在黄岩岛的BS7H远征队以及全国各地HAM通过电台互相祝贺。CRSA总部还为一年多来积极参加协会活动的俱乐部和个人颁发了奖

BY1AA现场与黄岩岛通联

状，激励更多的爱好者参与到业余无线电的各项活动中。最后是年会的抽奖环节！大奖有GPS导航仪、汽车音响、电台、天线等，奖品不少，对于我这种从来不曾中奖的人来说，自然又是手握号码牌跟着激动半天，最后依然与奖无缘，哈哈！

特别的CW演示

由于年会结束时已经是中午11点多，原以为上午的其他活动会被取消，没想到这些活动竟然都依次开始。北京626俱乐部在会场门口进行了CW演示，他们把普通车载对讲机加装了一块小电路，这样就可用超短波车载台发送电码了，使用这种方法，平时可以在家里或者路上学习莫尔斯电码，非常有意思，这也吸引了好多HAM的围观。会场的展示区里还有各个业余无线电俱乐部制作的展板，展板上的照片讲述着各个俱乐部一年来的发展和活动，内容丰富。

626俱乐部的CW演示

快速架设电台

快速架设电台的活动也在年会后准时开始了，与我以往在CRSA会刊上看到的不同，这次活动对架设的要求非常简单，只要将一副倒V天线竖起来；然后听抄一段字母解释法就可以了，所以组委会称其为“游戏”，主要目的是让更多HAM能够参与、了解抢险演练赛的过程。架设比赛每次有三个队同时展开，裁判一声口令，三个队便迅速开始架设。每队中的三个人分工明确，有抱天线杆的，有拿机器和电瓶的，有专门负责拉天线的。有的队真是训练有素，只用了半分钟就将电台和天线架好了，引来观众的阵阵掌声。

CW听抄游戏

标准字母解释法和CW听抄游戏被安排在会堂后面一个小教室里，屋里挺热闹，两个工作人员用电脑播放报文，几名现场参与者在认真听抄，不一会儿播放完毕，工作人员核对听抄的报文后，按照成绩给参加者分发了纪念品，纪念品是CRSA的会徽和《业余无线电通信》一书。据说听抄成绩好的，还可以得到电键，但是我看了一会儿，似乎一直没有人得到，也许CW听抄高手都没有参加吧。

从五五节的活动日程表上看，还有二手交易区、现场验机等项目，可能由于临时变故，笔者最终没有找到。

时间紧张，转眼已是中午12点多，赶紧出去吃饭啦。

精彩的无线电知识讲座

我回到会场已经是下午2点多钟了。活动组委会在下午安排了三场培训，培训时间安排得很紧，中间不休息，大家可以根据自己的喜好，按照日程表选择听课的内容。进会场一看，第一场竞赛和关于SSTV的讲演刚好结束了，接下来的是关于多普勒无线电测向的讲座，由BD1HAA主讲的。多普勒测向是根据同一电波到达两根天线的时间差判断发射机位置，多普勒部分是一个自制的小盒子，电路非常简单，盒子上面有两支天线，有一根电缆接在对讲机上，两支天线中心线的指向不同，对讲机扬声器发出的声音就不同。在演讲的同时BD1HAA还进行了现场试验，一位CRSA会员在会场里冒充压台者，BD1HAA用自制的小盒子转动了几下，就判断出了他的方位，还真是很准哦。大家听得津津有味，讲完之后还有不少HAM提问技术细节。30多分钟的讲演很快结束了，好几个HAM跟着BD1HAA来到会场外，争着给测向机照相和继续提问。我想如果这样的设备每个HAM手里都有一台的话，何愁压台者猖獗？

快速架台活动的发奖仪式

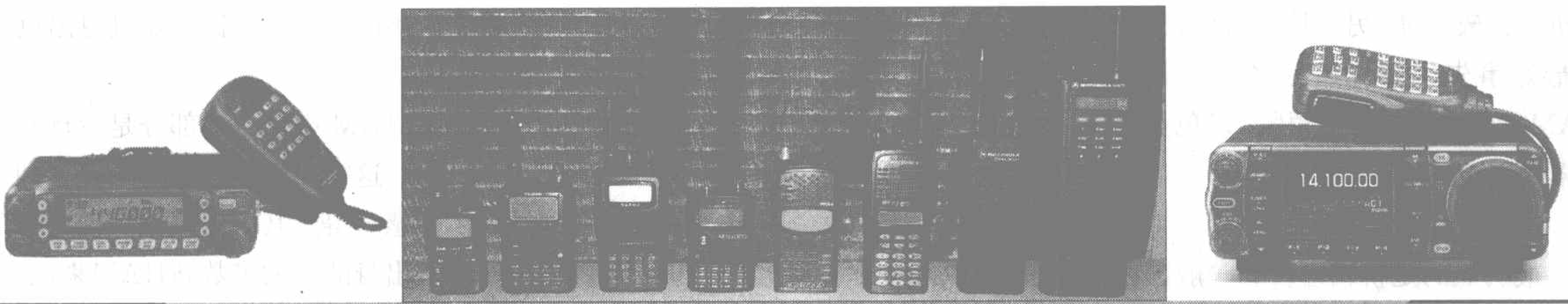
培训活动结束后，大会进行了快速架台活动的发奖仪式，获奖俱乐部的队员上台领奖，奖品有对讲机、频率计、钻石天线、马甲和文化衫等。出乎笔者意料的是，第一名并不是架台速度最快的队伍，而是架台最慢，但是听抄成绩最好的队。看来我们在今后的架台训练活动中，各种技能都要均衡发展，才能在实际的抢险演练赛中取得好成绩。

会后感受

此次五五节的活动进行了整整一天，下午四点多才全部结束。工作人员开始收拾物品并撤场，大家也纷纷道别，不远处还有一些HAM围成几圈，谈笑风生。突然一辆出租车驶进现场的大院，司机下车以后看着正在摘下的横幅发愣，笔者上去一打听，原来他也是位HAM，刚刚完成车场的交班，抱着试试看的心情过来看看，不巧活动刚刚结束了。笔者与他攀谈了几句，发现他是北京的士HAM公社的成员，早就在网站上看过他们俱乐部为病重女孩义捐的感人报道，于是甚感亲切。

笔者入会近两年，第一次参加五五节活动，感到很新奇，大家欢聚一堂，结识了不少新朋友。这次活动安排丰富，除了上述活动，还有现场交会费、领电台执照，抢险车辆展示以及器材销售等项目，可以看出中国无线电运动协会在组织和投入上下了不少功夫，活动服务工作基本上是HAM志愿担当的，只不过组织紧密性尚显不足，器材交流和验机活动最终没有兑现。希望组织者能在今后的各种业余无线电活动中不断改进、完善，同时建议组织者能将这样的活动推广到全国各地，做成全国性的爱好者大聚会，让我们有机会结交到更多的HAM朋友。

业余电台入门设备配置指南



设备配置须知

文/杨　法

不少刚进入业余无线电大门的爱好者除了何时通过考试获得CRSA统一配置的呼号外，最关心的问题莫过于应该配备什么样的业余无线电通信器材了。随着电子通信类产品的快速增长，厂家不断推出质优价廉的通信器材，这在一定程度上也降低了业余爱好者购置设备的门槛。业余无线电爱好者来自社会的各个行业和阶层，有不同的喜好和目的，其中不乏无线电/电子爱好者，也有很多本着实用的目的来参加业余电台活动的汽车一族。市场上适合HAM（业余无线电爱好者的简称）的设备可谓琳琅满目，国产机、进口机、专业机、业余机、手持机车载台、商用机、军用机（已退役）比比皆是，价格从几百元到上万元都有，这给初入门的新HAM在设备配置方面带来很多困惑。去通信设备的市场逛一圈下来往往是一头雾水，商家都极力推荐自己的产品，听起来都很有道理，但到最后还是不知道自己应该购买哪个设备最合适。其实HAM购置设备大多是自己用，就像买移动电话一样，不求最贵只求最适合自己的需要和品位。“实用、够用、玩得开心、经济上能够负担”是我们配置器材的基本指导思想。由于每个人的兴趣爱好以及应用的不同，所以搭配的器材也因人而异。

业余无线电通信最基本的设备就是收发信设备，在HF短波段体积较大的机器习惯上被称为“电台”，而在VHF/UHF波段轻巧的手持、车载收发信设备更习惯被称为“对讲机”。一般玩业余电台的朋友都有一个先从相对简单的VHF/UHF波段对讲机玩起，进一步发展到用短波收发，进而对天线等相关设备发烧的过程。因此，对于业余无线电入门者首先要弄清以下几个常见的问题，这对合理定位配置设备有很大的帮助。

业余电台配置基本原则

业余电台配置基本原则是“能用、可用、好用”。多数情况下，对讲机是入门者的首选，所以以下重点介绍对讲机的配置原则。

1. 能用

就对讲机而言，性能正常是最基本的。值得一提的是，选购的对讲机频率必须覆盖我国业余电台核准使用频率的范围。目前国内VHF段指导使用的频率为144MHz～146MHz，UHF段指导使用的频率为430MHz～440MHz。有些对讲机的工作频段并不包含业余电台的频段，主要是那些分高段和低段的商用对讲机，其工作频段为400MHz～420MHz或450MHz～470MHz。这些机器不能直接工作于业余频段，即使通过一些改装手段勉强工作到业余频段，如果不经过专业调整也不能有很好的表现，虽然在业余频段(或者部分业余频段)也可以接收和发射，但接收灵敏度和发射功率/效率都容易打折扣，机器发射时发热厉害。所以除非特别需要追求品牌、外型，否则不建议购买这类产品，要买就买为业余电台而设计的机器。

2. 可用

政策法规允许使用的机型。原则上国内使用的无线电发射设备都要有无线电管理局颁发的核准代码，但有很多低价位的国产机和进口的业余机都没有获得核准代码，所以在一些省市办理电台执照的时候可能会遇到麻烦。这一点ICOM公司做得比较好，很多业余电台产品都具备核准代码。核准代码查询的官方网址为www.srrc.org.cn/others/xhhzexce/sqlsearch.asp。

3. 好用

选购对讲机的功能是否适合自己对设备的要求。喜欢琢磨电子设备的朋友使用多功能型的对讲机无疑最为适合，对于那些对电子设备没兴趣的朋友选购傻瓜型对讲机更加方便实用。有些专业型对讲机不能通过面板直接设置频率，需要电脑写频，如果你自己不掌握写频技术和拥有相应的设备，就会给日后变更使用频率带来麻烦，所以一般爱好者还是选购可以手动置频、具备VFO（Variable Frequency

Operation，可变频率操作）模式的业余机型比较方便。另外选购对讲机时，你最好事先了解你所处区域的其他HAM所常用的频率/频段，以免买错机器。

国产机与进口机的差别

最明显的是价格差异，一般国产手持对讲机的价格在180元~450元，而进口的机器基本都在1000元~3500元。价格悬殊大是否性能也相差这么多呢？答案是否定的。通过我们测试，用目前HAM界口碑比较好的国产机（400元左右）同实用型进口机（1400元档次）以及多功能高价机（2000元以上）作比较，测试结果表明，国产机的发射功率、接收灵敏度、语音调制、发射杂散这几个主要指标都不输给进口机，同时也具备模拟/数字亚音编解码功能和异频工作能力，甚至都还配备了锂电池（实用型进口机多数配的还是镍氢电池）。国产机与进口机的差异主要表现在抗恶劣电磁环境的干扰以及高级功能和频率覆盖范围上，其实很多高级附加功能在实际使用中很少用到。144MHz/430MHz双频段收发和宽带接收确实是很多进口机的技术优势所在，也是很多HAM愿意花大价钱购买的主要原因。说得通俗一点，如果只是用作纯业余电台基本通信之用，国产机和进口机没有明显的性能差异，进口机能收到的信号国产机一样能行。至于发射效果，如果你不说使用的是什么机器，没人会知道你发射究竟用的是国产机还是进口机。所以不要一开始就轻视国产机，国产手持机的水平也在迅速发展之中，性能已经相当不错，还有很多国产机出口到国外呢！由此，入门者先选一部国产的手持对讲机玩起来，绝对是经济实惠的选择。

至于车载台的选择，国产机并不多，进口车台是更好的选择。

业余机与专业机的差异

很多人从字面上了解，认为在质量以及性能上专业机远比业余机来得好，而实际上并非如此。业余机与专业机是针对不同用户群而言的，大部分业余机生产厂家同时也生产同品牌的专业机（也称为商用机）。业余机与专业机的主要区别是针对不同用户的需要提供不同的操作方式和功能。专业机的主要用户是将对讲机作为纯粹的通信工具的用户，所以产品力求操作简单、性能稳定以及具有高端组网功能，而业余机的主要用户是业余无线电爱好者，传统意义上是属于“玩”对讲机或者对对讲机有特殊偏好的用户，所以产品力求功能多，有“玩头”，如频率显示、频率扫描、功率选择、接收信号强度指示、宽频接收等。因此从实际使用意义来说，业余机种比专业机种功能更强大、更容易全面掌控，在大家关心的功率输出和接收灵敏度方面，业余机种相比专业机种可谓有过之无不及。比如在400MHz车载台功率输出方面，普通专业机标准输出功率为25W，提供35W输出就算高功率版本，而在业余机上35W输出属于最基本的配置，不少机器还向40W、50W输出迈进。

过去专业机在机器的坚固程度和音量输出方面确实占优，但现在很多业余机也纷纷通过美国军用标准认证，坚固程度也大大提升。比如YAESU的VX-6R、7R具备IPX7级防水性能，保证在水深1m处放置30分钟不会进水，更不怕淋雨，而大部分专业手台只能做到防雨淋的水平。专业机的高端组网功能在业余电台应用中是用不到的。

很多专业机都是为商用频率所设计的，为了保证性能，多采用较窄的通道设计，遇到这类不包含业余频率的机型即便勉强工作于业余频率也难以保证其原有性能，而业余机型则专门为业余波段作了优化，所以业余机在业余频段下性能会比专业机更出色更实用。

在HAM中也有一部分是专玩专业机的，这需要有非常丰富的专业知识才能感觉得到其中的快乐，但对于非科班出身的绝大多数新HAM来说，业余机更适合他们。

手持台与车载台的优势

手持台灵活小巧，便于携带，有自己的储备电能。

车载台凭借汽车供电和车载天线的增益，具有较大的输出功率和较远的发射距离。

手持台与车载台的优势是互补的，所以很多HAM在汽车中架了车载台后还是会再购买手持台。

行货与水货

所谓行货是指经厂商认可的国内正规销售渠道出售的产品，产品享受全国联保。目前业余电台设备中KENWOOD和ICOM公司的产品有较多的行货在出售，一般行货上都贴有电码防伪贴，供消费者对产品身份进行查验。ICOM很多行货通信产品都提供2年质保。

水货是原来并非销售到我国大陆地区的产品，而是销售到我国香港地区、美国、欧洲的国家或日本本土的器材。通常这些设备是原厂正品，只是在售后保修上由商家承担。ICOM非行货通信产品大多提供一年店铺质保，当然在这一年中如果你无法联系到出售商品的店铺也就无法享受质保。水货诱人的地方就是价格比较便宜。另外一些日本本土销售的设备与出口版本不同，对非业余电台方面应用的限制较多。

假货属于仿冒产品，由于业余电台设备销售总量不算大，所以目前基本没有专门去仿冒某款机型的情况，但也有少数人销售用工厂销毁部件拼装、翻新的对讲机，通常都是以超低

价吸引客户。

二手货的优势与弊病

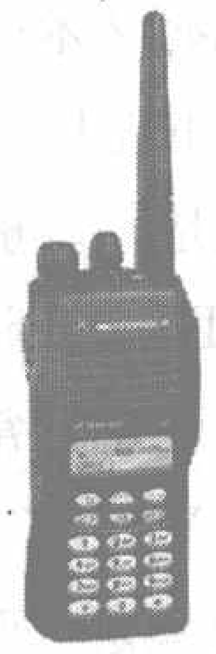
二手货的优势就是价格便宜，性价比可能高些，当然这是在保证性能的基础上。如果要收藏一些老的经典设备而该设备又早已停产，那只有到二手市场寻觅芳踪了。二手货的问题也很明显，主要质量难保证。有些设备“年事已高”，元器件都已老化，工作点漂移,导致接收背景噪音提升、工作频率漂移、接收灵敏度降低、发射杂波增加，性能大打折扣，能够开机、发射、收到声音也不能就说明对讲机性能良好。其次，买卖双方对二手货的成色判断有差异，也不排除卖家有意掩盖产品缺陷。再次，异地二手货交易如“隔山买牛”，交易过程也存在风险。在二手市场上，连一些HAM高手都有“走眼”的时候，何况新人，除非你是这方面的专家。所以建议新入门的HAM,如果经济条件允许还是购买新品为上,新品不但品质有保障,还有保修期，可谓买得安心、用得放心。

被神化的军用电台

一些HAM非常崇拜军机(军用电台)，更把军机吹得神乎其神，再加上军机本身特有的外形，所以使很多新HAM对军机也非常崇拜,不惜花高价求购。实际在网上贩卖的军机有相当部分都是年代已久的早期军机，如大八一、小八一、硅两瓦等，其技术水平远远达不到目前的技术标准，使用价值已经很小，买来收藏摆个造型倒不错。即使一些有使用价值的军机，如PRC-174、MSR-8000、BWT-133，也是有些年头了，已经到了故障高发期，性能优良的不多了。一些人吹捧军机性能如何了得，其实你用了才知道。这些吹捧旧军机的人不少都是做军机贩卖生意的，制造舆论能把他们从部队仓库废铁价收购来的垃圾卖个好价钱。通常军用机都是专业机的风格，所以操控自然没有业余机方便。军机技术先进是指与时代同步的军机，现役的军机出于保密的原因是不可能在网上叫卖的，国外的商品级尖端军机价格非一般个人可以承受。那么拿现在主流短波机制造技术与20~30年前的军机技术相比，相信也不会差到那里去。网上流传的军用短波机器功率大、接收噪音低的优点，其实一般军用短波机标称功率也在100W~150W之间。所谓功率大，是人为利用功率管余量调大的；所谓接收噪音低，主要这些机器的灵敏度低造成的假象。就算“老一辈”的业余机精品，如ICOM IC-775DSP或者KENWOOD TS-95OSDX，绝对不会比MSR8000、RF3200差，更不用和国产的BWT-133比了。所以说大部分出售的军机收藏价值高于使用价值，新手最好不要追求军机，出于收藏目的的除外。

MOTOROLA对讲机在业余电台中的应用

有很多HAM对MOTOROLA对讲机情有独钟，其产品坚固耐用，通过多项美国军标，声音洪亮。MOTOROLA在早期也针对业余电台市场推出过业余手台AP10 AP73，但由于售价定位的原因销售并不成功，之后对业余电台市场始终没有涉足。由于国内外很多军警都采用MOTOROLA对讲机作为通信装备，所以很多有军警情结的HAM也梦想手里有一台类似的对讲机。由于MOTOROLA主要针对商业用户和政府部门提供通信产品，所以很多早期的中档MOTOROLA对讲机都不完全包括业余波段137MHz~150MHz/150MHz~174MHz/403MHz~423MHz（433MHz）/450MHz~470MHz，尤其是430MHz业余频段，如P110、GP88、GP300、GP350、P200、SABER、GM300、MAXTRAC、SM50/120，都需要经过技术改造后才能用。近期的一些产品和过去的高端产品提供宽频率，支持137MHz~174MHz/403MHz~470MHz，其中包含业余波段，典型产品有GP68（430MHz~470MHz）、GP88s、GP328/338、GP328/338Plus、HT1000、VISAR、ASTRO SABER、GM338、GM950系列。其中能够提供信号强度表的有GP68系列、GP338、GP338Plus、GM338，能够提供手动键盘输入频率的只有GP68。只有原厂设计包含业余波段的设备才有性能保证，所以综合业余电台应用特点，推荐喜欢使用MOTOROLA设备的HAM选购（手持机）GP68系列、GP338、GP338Plus，因为这几款具备信号强度表和较多的信道或允许手动设置频率。另外MOTOROLA很多中档以上的对讲机具有MDC1200、STAR等信令，信令原来是用来组网和ID识别使用的，由于其特殊的声音，受到很多HAM的崇拜，使用起来也显得自己与众不同，当然新的MOTOROLA中高档对讲机价格是很昂贵的。MOTOROLA对讲机一般推荐有军警情结的HAM考虑。



Motorola 对讲机

业余电台用手持对讲机基本要求

第一，频率覆盖范围 144MHz~148MHz 或者 430MHz~440MHz，能涵盖137MHz~174MHz或者400MHz~470MHz更好。

第二，具备VFO频率可调模式，可以键盘直接输入频率更好。

第三，发射功率不小于3W，有多挡功率调节更好。

第四，具备真信号表显示。

第五，内置CTCSS DTS 模拟/数字亚音编解码（至少要求编码功能）。

第六，高容量电池块，锂电池更好。

「业余电台入门设备配置指南」

主流业余电台设备的行情

文/杨 法

国产手持机

去年比较流行的有小金刚/大金刚/美洲豹（其实这三款机器都差不多）和普兴PX-777，市场参考价为230元~300元。由于今年有新贵上市，所以昔日的红星小金刚逐渐淡出，但其目前的价格还是很实惠的。普兴PX-777优点是外型类似MOTOROLA的高端商业对讲机GP338Plus，不注意看还以为你拿着个MOTOROLA4000多元的高级机。目前的新贵是灵通的LT-6600和LT-6100Plus，市场参考价格为360~380元。LT-6100Plus采用较大液晶屏幕，具备FM收音机功能，外型类似YAESU VX-2R。LT-6600采用细长条的液晶屏幕，外观看起来与YAESU VX-7R有些渊源。市场上还有一款欧讯的KG-689，它的特点是提供双频道显示，市场参考价格为420元左右，但卖得并不火。LT-6600、LT-6100Plus、PX-777都符合“业余电台用手持对讲机基本要求”中的6条要求。

进口设备

1.最便宜的进口手持台：YAESU VX-177

花850元左右就能拥有一台全进口的全新手台，这在3年前是无法想象的，现在VX-177就可以实现。VX-177为单段400MHz~470MHz设计（也有2米的版本VX-170），它融合了专业机的坚固和业余机的操作方便，它的原形机是一款船用海事手台，所以它同样具备IPX7级防水等级，拿在手里很有分量，外观也非常威武，有“变形金刚”的外号。唯一遗憾的是VX-177不具备宽频接收能力。如果你对国产手台不感兴趣，而预算又不多，那么就选VX-177了。

2.最小的手持台：YAESU VX-2R

YAESU VX-2R有比移动电话还小的体积，提供了U/V双段收发能力和宽频接收能力（包括短波）。可惜的是由于它体积实在太小，无法提供键盘输入频率，更换频率只能靠步进旋钮，另外该机在UHF段输出功率只有1.5W左右。这款小机器可以推荐给女HAM，也可以与手电一起作为EDC(Every Day Carry)的装备，市场价在1200元左右。目前最新推出的升级型号为VX-3R。

3.最具性价比的进口手持台与车台：YAESU FT-60R和FT-7800R

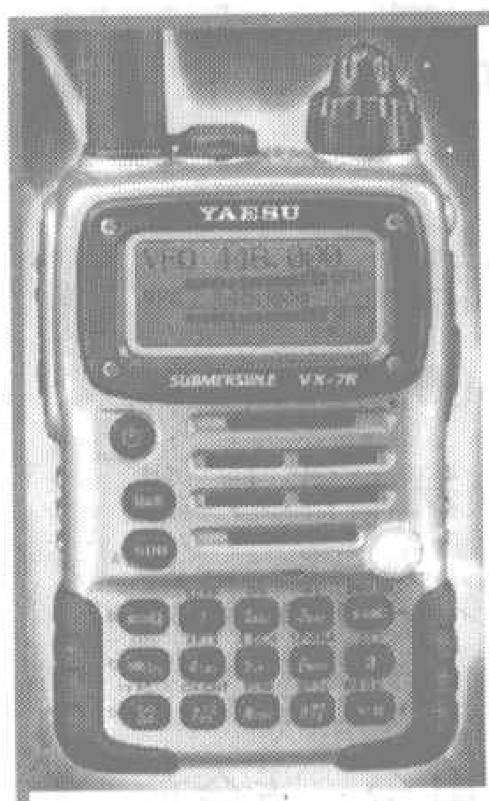
FT-60R

随着KENWOOD TH-G71A的停产，YAESU FT-60R自然成为最高性价比的手台，目前市场参考价在1350元左右。FT-7800可以看作FT-60R的车载版本，市场参考价在1600元左右。两者配置类似，都是实用的双频单通道设计(同时只能在一个频率工作)，高功率输出，支持宽频接收和频率直接输入，市场上目前尚无性价比可以与之叫板的同类设备。

FT-7800R

4.最具性价比进口短波电台：IC-718

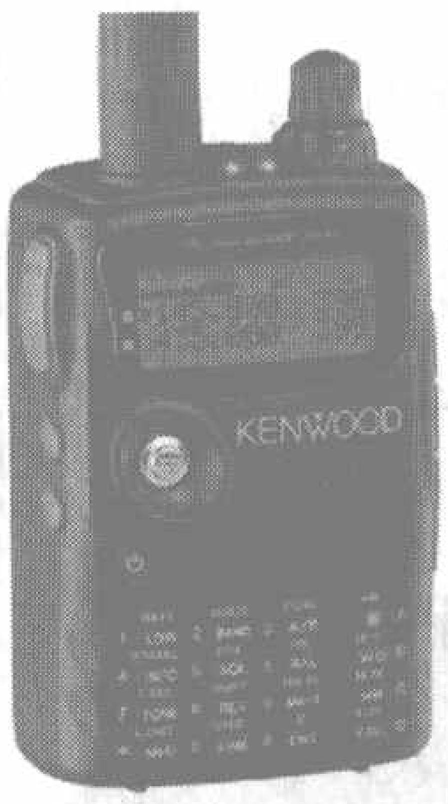
不到4500元就能买到全新的100W短波电台目前别无二处。IC-718提供了目前主流短波电台的所有功能，并可加装时髦的DSP组件。IC-718虽然身价低但性能不俗，短波性能还优于不少多波段的组合机种。唯一的遗憾是该电台没有FM工作模式。



VX-7R

5.有独门绝技的高档手持台 YAESU VX-7R、KENWOOD F7E 、ICOM IC-91AD

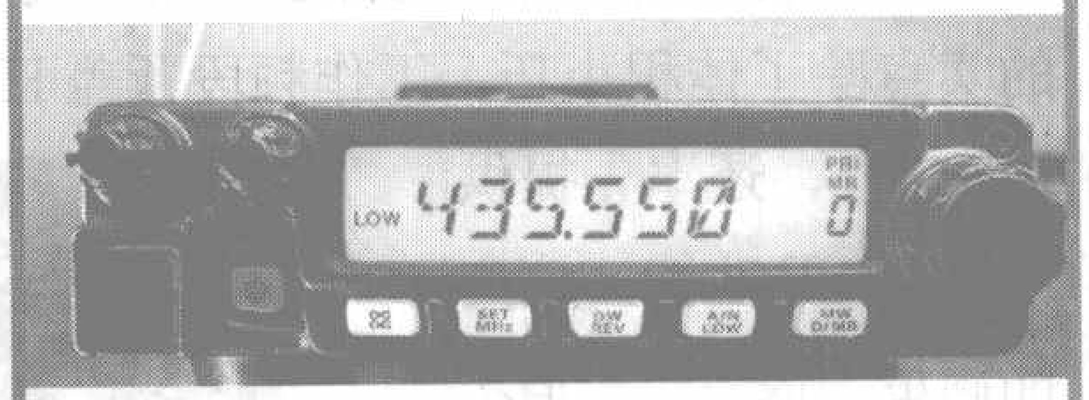
这几款都是高端的手持机，各有各的绝活。YAESU VX-7R 强调户外使用，除了具备 IPX7 级防水外还可以增加气压模块，支持相对高度和气压测量。KENWOOD F7E 接收频率特宽，从中波一直到 1300MHz，内置磁棒天线在使用低波段的时候不用外接天线也行，最引人注目的是 F7E 特别支持SSB、CW 接收模式，配上适当的天线就能听其他 HAM 的短波通联了。ICOM IC-91AD的卖点是标配有ICOM公司的D-STAR模块，支持常规和 D-STAR 数字语音双模式，国内少数城市已开通了 D-STAR 的数字中继。市场上还有 IC-91A 出售，价格和 7R 相当，该型号就是将D-STAR通信模块作为选购件来配置的，可谓“分期付款”。



th-f7e

6.“要的就是大功率”：YAESU FT-1807 和 ICOM IC-208H

这两款机型的最大卖点是在 430MHz上标称输出50W功率，这在以往的业余车载台中史无前例。FT-1807属于实用型单段车台，价格1200元左右非常实惠，而 IC-208H 为双段单通道设计特性与 FT-7800R 相当，也许它多了 50W 大功率输出的卖点，价格飚升到 2700 元左右。



FT-1807

7.“一个顶俩”：YAESU FT-8800R

FT-8800R 的特点是双频双通道设计，可以同时收听两个频率的信号，而且左右通道相对独立不分主次，连预存的频道也不相互通用，犹如两台机器。FT-8800R 还支持 U/V 小中继功能。

8.一机四频：YAESU FT-8900R

FT-8900R 为双频双通道设计，支持 430/144/50/29MHz四个波段，这在众多车台中是很少见的。29MHz 属于短波通信，但该机只提供FM 发射模式，幸好FM 29.600MHz 在国内是比较热闹的。

FT-8900R

9.分体安装先锋：ICOM IC-2720H

该机采用完全机头分离设计，是不少小车的最爱，其双色背光大屏幕字体显示令人赏心悦目。它的全功能遥控手咪是一大特色，90%以上的操控都可以通过手咪完成，这就意味着用户可以很少去接触机头面板，特别适合车载使用。

IC-2720H

IC-2820H

10.2007 车载台新贵：ICOM IC-2820H

IC-2820H 是 2007 年 ICOM 公司继 2720H 后再次重拳出击推出的新产品。它在传统车台上加上了D-STAR 数字语音和GPS功能，成为目前新一代的明星。只是全配接近 6000 元的价格只有发烧友才能承担。虽然它具备 GPS 功能，但只是经纬度显示和电子指向，与城际通之类的 GPS 导航还是不一样的。

11.最小的便携多功能短波台：YAESU FT-817ND

该机以普通 U/V 车载台的大小和重量提供了 HF/50MHz/VHF/UHF 的全覆盖，并具备所有波段的SSB模式。机器可以安装5号电池外出使用。唯一遗憾的是输出功率只有 5W，比较适合 QRP 使用，市价 4500 元左右。

FT-817ND

IC-703

12.徒步走天下: ICOM IC-703

这是一款外观类似ICOM IC-706的背负型电台，以短波为主（有些版本具有50MHz），输出功率为10W/13.8V，还内置有天线调谐器，机头可分离，原厂提供有背具(选购)，适合野外徒步使用。

13.最漂亮的彩屏ALL in one：ICOM IC-7000

同移动电话一样，电台也开始走进彩屏时代。IC-7000的卖点除了体积小巧、工作频段覆盖HF/50MHz/VHF/UHF外，还率先提供中频 DSP功能。该产品满足了很多新手追求“小而全”和外观豪华的要求，但它的价格也相对比较贵，接近1万元。

IC-7000

14.实用的ALL in one: YAESU的FT-897D、FT-857D

YAESU的FT-897D、FT-857D都是包含HF/50MHz/VHF/UHF多波段的设备，5000~6000元的价格就能拥有从短波到430MHz的收发信能力，基本覆盖目前所有开放的业余波段工作频率，而且所有波段都支持SSB模式，满足了一些初入门者求“全”的心理。FT-897D设计为紧凑型电台，适合放在汽车后备箱里，需要的时候支起个小桌子就能使用，机内留有安装双份电池的空间。FT-857D设计为车载安装使用，所以体积比FT-897D薄些，还支持机头分离。两款设备都具有时髦的AF DSP功能。

FT-857D

《无线电》杂志社推荐书目

品牌推荐　89488　《无线电》2001-2005年合订本（2CD-ROM）　邮购价：40元/套

新书上架		邮购价
15709	看图学修电磁炉	26元/本
15940	实用无线电遥控电路	34元/本
15693	怎样识别和选用集成电路	22元/本
15515	电动自行车电气故障诊断与维修	17元/本
畅销图书		**邮购价**
15129	触摸屏与PLC入门	35元/本
15195	监控组态软件和PLC入门	37元/本
15231	新编电工实用线路200例	20元/本
14091	《无线电》家电维修精汇	35元/本
14021	无线电问与答精汇	41元/本
13545	无线电制作精汇（2）	38元/本
13544	无线电元器件精汇（第2版）	38元/本
13424	无线电识图与电路故障分析轻松入门(第二版)	35元/本
13435	无线电元器件检测与修理技术轻松入门(第二版)	35元/本
14260	例说8051	39元/本
15197	零起步轻松学电子测量仪器	22元/本
15127	数字电视知识解读	28元/本
14781	图解电力拖动系统电路	22元/本
15615	怎样识别和检测电子元器件	23元/本
14427	怎样看数字电路图	23元/本
12537	看图学电工技能	34元/本
12337	电子节能灯与电子镇流器的原理和制造	32元/本
11814	识读无线电电路图快速入门	26元/本
11826	彩色电视机单元电路应用与维修手册	44元/本
11819	无线电遥控组件及其应用电路	26元/本
12263	通用集成电路的选择和使用	25元/本
06131	怎样看无线电电路图(修订本)	17元/本

强势品牌		邮购价
2-75	《无线电》杂志及增刊	
2003-2006年第1~12期，2007年第1~12期		6.8元/本
9020052	《无线电》2005年增刊	28元/本
2003年增刊	大屏幕显示器电路解说及维修方法	28元/本
2002年增刊	国产彩色电视机电路解说及维修资料	25元/本
2001年增刊	进口彩色电视机维修资料	28元/本
2000年增刊		6元/本
《无线电》合订本		
14164	2005年上册　28元/本　14165　2005年下册	28元/本
12887	2004年上册　28元/本	
11940	2003年上册　28元/本	
11854	《无线电》2006年合订本上册	28元/本
11855	《无线电》2006年合订本下册	28元/本
82-590	《高保真音响》	
2003-2005年部分期，2006年第1~12期，2007年第1~12期		15元/本
9020021	《高保真音响》2002年增刊	28元/本
光盘产品		**邮购价**
89497	长虹最新彩电电路图集（2CD-ROM）	40元/套
2399	创维最新彩电电路图集（CD-ROM）	40元/套
788024	5.1声道DVD质量样版试机碟（1DVD）	38元/盘
68147	国内外名厂扬声器资料汇萃（CD-ROM）	40元/套
00010	《高保真音响》1994-1998年合订本（4CD-ROM）	110元/套
010013	新型彩色电视机原理与维修（15VCD）	300元/套
0030910	VCD/DVD视盘机原理与维修技术讲座（10VCD）	200元/套
040038	最新打印机工作原理及检修（4VCD）	80元/套
990006	彩色电视机实用维修技术（8VCD）	144元/套
990004	冰箱实用维修技术（4VCD）	72元/套
020015	空调器实用维修技术（6VCD）	108元/套

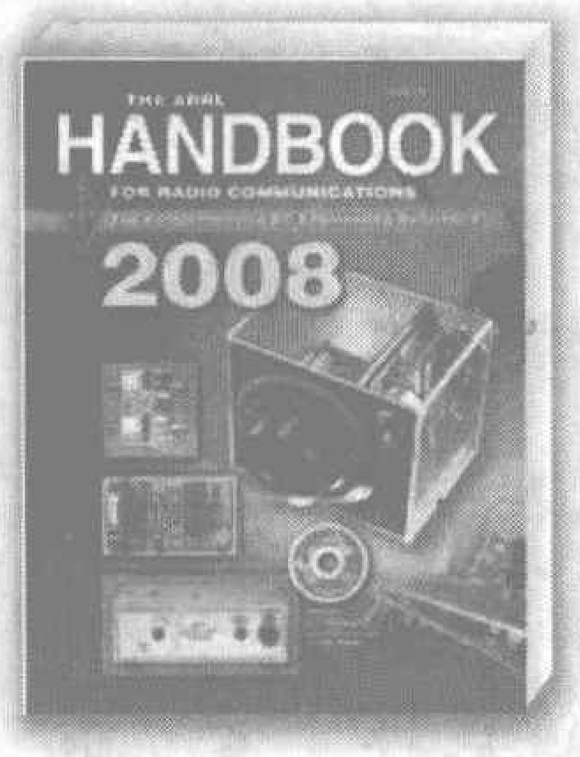
邮购方法：请将购书款汇至北京市南区崇文区夕照寺街14号A座，收款人：《无线电》杂志社，邮编：100061，请在汇款单附言中注明书号及册数（如购买杂志请注明年份及期数，如要挂号购买杂志请另加3元挂号费），联系电话：(010)67134097-24。

美国业余无线电协会中文版图书

即将出版

经与美国业余无线电协会（ARRL）协商并签订版权引进协议，人民邮电出版社获得了ARRL英文图书的中文出版权，首批将出版下列图书的中文版。

《美国业余无线电协会手册》

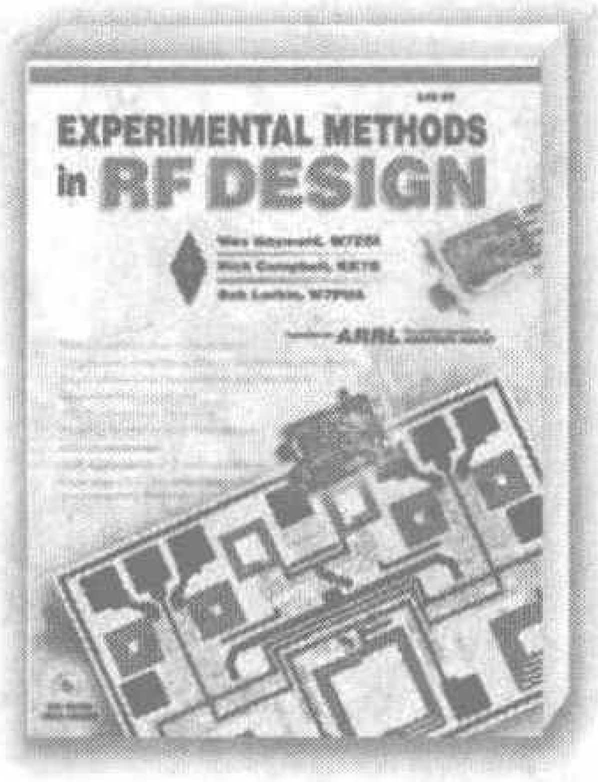


此书被全球业余无线电爱好者奉为圣典，无论是无线电爱好者，还是电子工程师和电子技术人员，都能从该书中找到值得信赖的理论、标准和实践指导。该书自1926年首次出版以来，每年出版一次，到2008年将出版其第85版，每一版都紧跟技术应用发展的最前沿。目前该书在亚马逊网站上长期位于无线电技术参考手册分类的前3名。

《天线手册》

此书也是全球业余无线电爱好者的一本“宝典”，汇集了各国关于业余无线电天线的经典设计方案，该手册如今已经是第21版，汇集了最新的天线技术与应用技巧，该书一直被HAM视为天线设计与制作的“百科全书”。

《射频电路设计实战宝典》

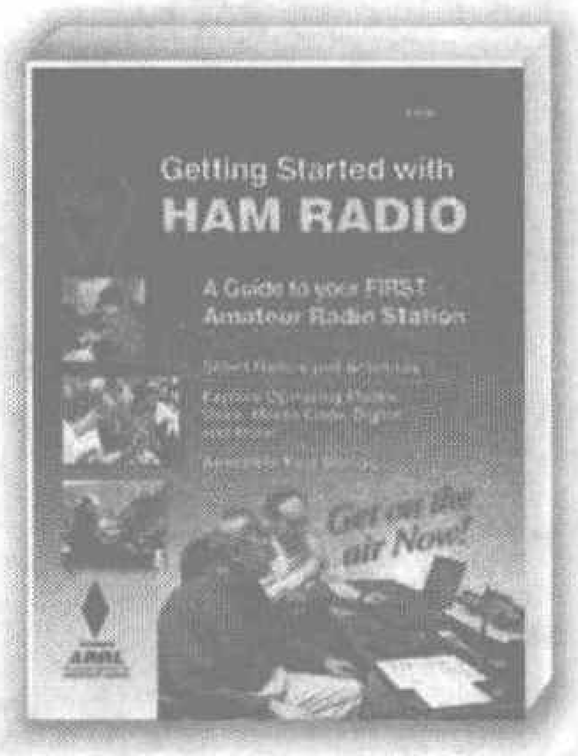


该书主要介绍射频电路的设计与制作知识，从射频电路的基础知识和简单应用，如放大器、滤波器、振荡器、混频器、超外差发射机和接收机等，到完整的电路设计制作方案，该书还涉及了DSP在业余无线电通信中的应用、户外便携式射频设备的制作。该书的两大特点：一是让读者在设计实例中学习基本概念，充分体验DIY的乐趣；二是实际制作案例丰富，资料详尽，每个设计案例都有电路实物图片和电路原理图。

《从零起步学电子》

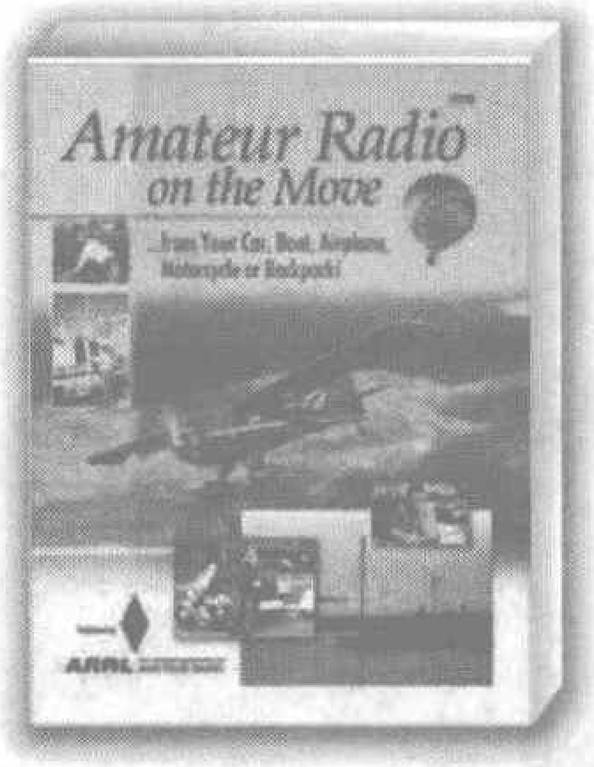
这是一本真正从零开始面向电子初学者的图书，书中甚至包括电子学中需要的数学计算方法。该书从电压、电流等基础电子参数、生活中静电与磁场的产生开始介绍，再到剖析基础元器件功能、讲解经典电路定律、分析基础电路原理，每一部分都生动而有趣，让电子初学者在美式幽默风格中“STEP BY STEP”，轻松学到知识。

《业余无线电入门导读》



这是一本业余无线电爱好者入门阅读的书籍，同一般的介绍业余无线电基础知识的书籍不同，它从入门者最关心的器材设备、常用的通联方式等角度开始介绍，有很强的实践操作指导性，正是国内很多新手HAM需要的内容。

《业余移动通信完全指引手册》



该书囊括了业余无线电领域各种形式的移动应用，包括车载电台和在船舶、飞机、摩托车、旅行房车上的移动收发信设备应用，甚至还有在郊外远足时使用的背负式收发信设备的使用。阅读此书，我们可以知道如何选用相关移动设备，如车载台、天线等，还可以学会相关设备的安装和使用。

目前，上述图书的翻译工作正在组织进行中，预计将于明年陆续与广大读者见面。《无线电》杂志也会及时向读者发布此系列图书出版发行的最新资讯。敬请关注！ **（本刊讯）**

业余无线电家

中 国 无 线 电 运 动 协 会

中国·南京

中学生与国际空间站宇航员对话

An ARISS School Contact in Nanjing, China

2007.8.26

◎ 中国学生与国际空间站宇航员对话活动报道

◎ 2007IARU 短波世界锦标赛纪实

◎ 业余无线电爱好者的电台室

◎ 自制 HF6 波段 2 单元组合式便携八木天线

◎ DIY 自己的电报译码器

《无线电》与《业余无线电家》合作出版

2007年10月起《无线电》与《业余无线电家》杂志——中国无线电运动协会（CRSA）会刊合作出版，今年的第3、4期会刊以合刊形式出现在本期杂志中，2008年的4期会刊将分别在明年的《无线电》杂志的业余无线电通信专集中出现。

对于CRSA的会员而言，《业余无线电家》将始终与中国的业余无线电事业一同成长发展，借助专业媒体如《无线电》，为不断壮大的业余无线电爱好者群体提供更丰富的行业资讯和更及时的信息服务。对于《无线电》的读者，从《业余无线电家》中能更广泛、更深入地了解并参与业余无线电活动，体验到各种业余无线电实践活动的精彩与乐趣。

中国无线电运动协会累计拥有七万多会员，《无线电》杂志将按协会提供的会员地址为每一位会员邮寄会刊。请CRSA会员及时与协会总部核对并更新自己的通信地址。由于今年第3、4期会刊合刊，明年会费的收缴通知和相关入会信息，将于CRSA网站（www.crsa.org.cn）、《无线电》杂志及网站（www.radio.com.cn）上公布。

CRSA制定的原“投稿感谢”计划也仍将进一步完善，不因会刊合作而停止。同时，欢迎广大业余无线电爱好者继续积极为会刊投稿。

中国无线电运动协会

《无线电》杂志社

中国无线电运动协会简介

业余无线电是一项将人们带向世界和未来的科技性活动，全世界现有注册的业余无线电爱好者300多万人，普及率极高。业余无线电爱好者们通过发射业余无线电波，互相切磋技术、传播友谊，并在突发灾害时为社会提供应急通信服务，因此得到国际电信组织和包括我国在内的各国政府的支持，通过国际公法，在1.8MHz~250GHz的无线电频谱区间为业余无线电爱好者开辟了23个频段。

电波没有界限，全球的航空、航天、航海、陆上交通、广播、电视、天文以及移动通信等行业共享着同样的无线电频谱，所以世界各国对无线电波的发射都加以严密管理，业余无线电活动也不例外，必须依法开展。

中国无线电运动协会（英文名Chinese Radio Sports Association，缩写CRSA）成立于1964年2月3日，它是由广大业余无线电爱好者以及法律认可的业余无线电组织或单位自愿结成的全国性、专业性、非营利性社会团体，在国家体育总局和国家无线电管理局的业务领导下协助主管部门做好业余无线电管理工作，组织和帮助广大业余无线电爱好者开展业余无线电活动。

凡是保证遵守国家和有关部门制订的有关无线电法律、法规、规章，并愿意在协会指导下从事业余无线电活动的业余无线电爱好者，均可申请加入。按照国家体委、国家无委颁发的关于业余电台管理的法规文件，申请设置使用个人业余无线电台者须先加入协会。

加入中国无线电运动协会的简单流程

要想成为火腿，大致需要三个步骤：一、提出书面申请，二、参加资格考试，三、获得电台执照。资格考试的内容包括无线电理论、无线电法规、常用通联操作和摩尔斯电码四个部分。

中国公民成为火腿大致也需要这三个步骤，在中国无线电运动协会的网站上，有如何获得电台执照的详细介绍，这里不再赘述，下面只介绍一下简单流程。

1.申请人将入会费用邮汇至CRSA（北京、上海、江苏、四川直接在本地协会办理）。

2.CRSA将《中国无线电运动协会入会申请表》（A1）、《设置个人业余电台申请表》（A2，一式三份）、《中华人民共和国业余无线电台操作证书考试复习资料汇编》（A3）、试卷（A4）邮寄至申请人。

3.申请人填写A1、A2，参考A3的内容，填写A4。将A1、A2、A4邮寄至CRSA。

4.CRSA将《中国无线电运动协会会员证》（B1）、《中华人民共和国业余无线电台操作证书（四级）》（B2）、《设置个人业余电台申请表》（A2，一式三份）邮寄至申请人。在A2上面有CRSA分配给申请人的预指配呼号，例如BG5VIP。

5.申请人购买电台。根据电台的规格，填写A2的剩余栏目。持B1、B2、A2及业余电台设备，去当地无线电管理部门验机。

6.当地无线电管理委员会向申请人颁发《中华人民共和国无线电台执照》（B3），同时收回一份A2。

7.申请人将B3复印件、A2中的一份邮寄至CRSA备案。

至此，申请人获得B1、B2、B3、A2、呼号，正式成为四级火腿，可以使用电台在UHF、VHF、50MHz、29MHz这四个频率段上与其他火腿通联。

地址：北京市6106信箱　中国无线电运动协会

邮政编码：100061

网址：www.crsa.org.cn

业余通信传友谊
中国学生与国际空间站宇航员对话

文/本刊记者 房桦

ARISS是“国际空间站业余无线电通信计划(Amateur Radio on International Space Station)”的缩写，是空间站宇航员中的业余无线电爱好者通过业余电台和全世界业余无线电爱好者联络的活动。其中学校通联是经过预约让宇航员通过业余电台与学生直接对话，旨在启发青少年对无线电和航天技术的兴趣。2007年8月26日，南京第三高级中学业余电台（呼号：BY4RRR）成功地与国际空间站业余电台（使用呼号：NA1SS）完成了ARISS学校通信，中国成为世界上第29个完成ARISS学校通信的国家。全国各地的媒体都对此进行了重点报道，人们把关注的目光投向了20名参加对话活动的学生，投向了青少年科技活动和青少年素质教育。无疑，这次活动的社会意义得到了充分的肯定。笔者在这次ARISS活动现场亲身体验了通信成功的喜悦与激动，在活动开始之前，笔者更有幸尾随BA1HAM和BA1AA进入了活动现场的幕后。本文中，就让我们把目光投向策划、准备、导演和在后台提供全面技术支持的南京市业余无线电爱好者和他们的工作。

ARISS中的地－空通信如何实现

在ARISS通信活动中，地面与国际空间站之间使用2m波段作为上下行用频率。利用此波段电波直线传播的特性，当国际空间站位于地面站上空，双方之间无其他物体阻挡时，便可达成直接联络，与使用业余卫星进行联络十分相似。但由于空间站对地面的相对运动角速度比较大，因此需要使用轨道计算软件来计算其实时位置，并自动或手动控制八木天线等指向天线的方位角和仰角，对它进行跟踪。由于它的轨道常常发生变化，计算轨迹所用的开普勒轨道数据还必须保持经常更新。此外，由于空间站与地面站之间的距离不断变化，造成上下行频率发生多普勒频移，影响通信质量，需要随时加以补偿校正。因此，要完成ARISS的通联，不但需要在硬件系统与软件系统的配置上做很多工作，还需要娴熟的操作。尤其是本次活动之前没有机会提前试收空间站信号，必须在面对现场观众和全国媒体的条件下，一次成功地在空间站露出地平线后立即锁定信号。这显然给南京业余无线电爱好者技术团队的技术水平、系统组织、整体配合和心理素质带来了额外的要求。

用什么设备完成ARISS通信

经过对以往业余电台与航天飞机、和平号轨道站和国际空间站的通信经验加以总结，我们可以知道，要完成ARISS语音通信，地面站需要的设备应该满足以下条件：

1. 2米调频收发信机，能够配合计算机自动补偿多普勒频移，例如能够记忆一系列异频工作的频率组合；

2. 输出功率75W～100W；

3. 圆极化天线，例如正交八木天线（后来实际使用的是两组八木天线阵列）；

4. 水平／仰角旋转控制；

5. 计算机辅助的卫星跟踪；

6. 备份电池；

7. 备份收发信机系统，但可使用简单的全向垂直天线。

这套配置应能够确保10分钟完整

表1 主电台硬件设备

设　备	厂商	型号
收发机	ICOM	IC910H
2m波段天线阵列	CREATE	2×213
旋转器	YAESU	G5500
旋转控制器	YAESU	GS232B
铁塔	CREATE	KT5M
2m波段前置放大器	ICOM	AG25

表2 备份电台

设　备	厂商	型号
收发机	ICOM	IC706MKIIG
2m波段五单元八木天线	Diamond	A144S5

www.radio.com.cn

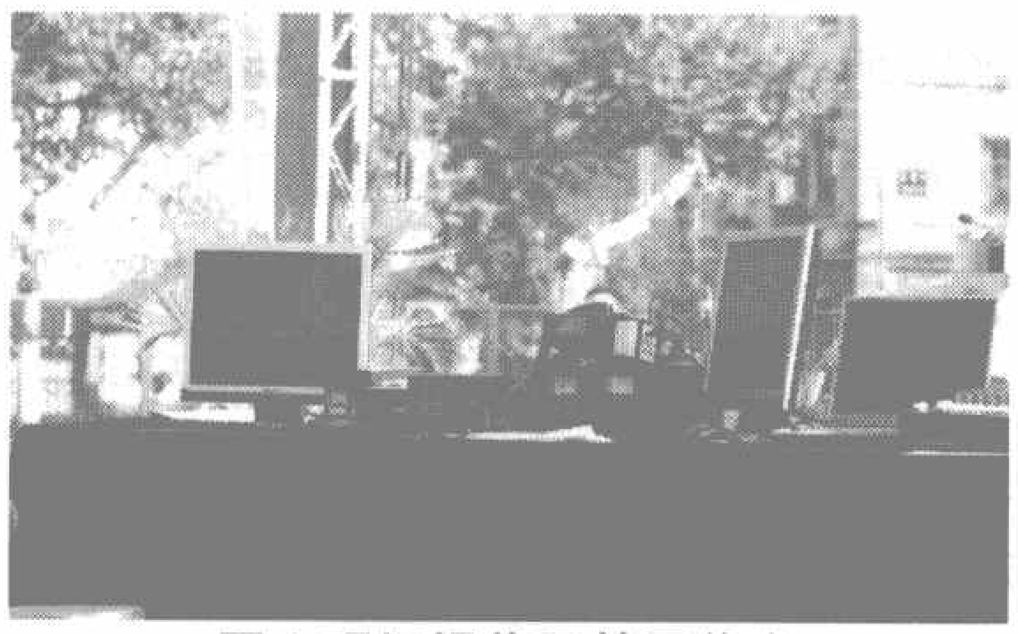


图1 现场操作区的工作台

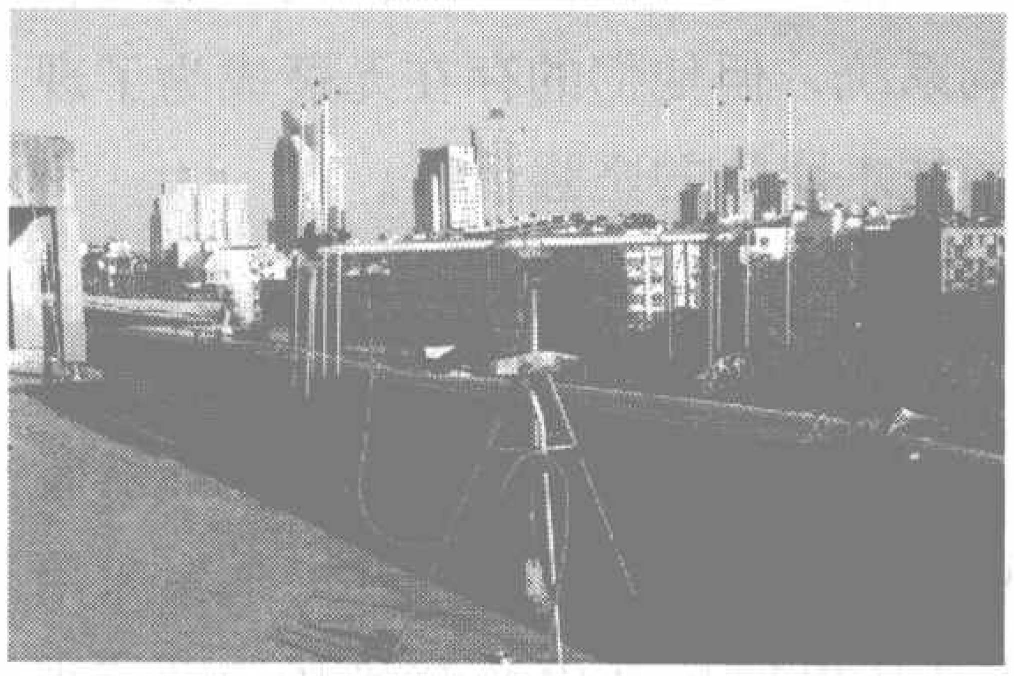


图2 备用天线

的通信。其中备份电台系统和电池用于将意外故障风险降至最低。

基于上述要求，BY4RRR配置了一套比较理想的通信设备，主电台的硬件设备如表1所示。

备用系统主要由收发信机和天线组成，具体配置如表2所示。

在计算机辅助软件方面，技术团队主要使用了表3所示的两种软件。

表3 主要的计算机辅助软件

用途	软件名称
转向器控制	NOVA 2.2B（www.nlsa.com/uploads/nfw21v/nova_21v_download.html）
多普勒补偿	Ham Radio Deluxe（hrd.ham-radio.ch/downloads/downloads.htm，免费下载使用）

当然，另一个极其重要的条件是必须取得合法操作的资格，设置和启用ARISS联络所用的发射设备必须经过当地无线电管理机构的批准。

技术团队人员组成

作为《无线电》杂志的记者，笔者更愿意将掌声送给这次活动的幕后英雄们——一个由十几名业余无线电爱好者组成的技术支持团队。他们为了保证这次通联活动的顺利开展，事前拒绝了所有媒体的采访，默默无闻、忙碌有序地做了大量的准备工作。现在，让我们来认识一下他们：

图3 现场使用的orbitron（一个免费的卫星轨道追踪软件，有兴趣的读者可到www.stoff.pl上下载）

王龙/BA4RX，南京第三高级中学教师，是资深业余无线电爱好者，1997年参加黄岩岛（BS7H）远征活动，江苏远征俱乐部（JSDXC）成员，长期承担南京三中业余电台BY4RRR（原南京二十二中业余电台）的指导工作。

陈衡/BD5RV，就职于南京某科技公司，从事技术开发和管理工作。1990年起参与业余无线电活动，活跃于各种远征和竞赛活动，并积极参与业余卫星通信、EME和数据通信实验，是江苏远征俱乐部管理团队成员。

汪缨/BA4RS，就职于江苏某大型医院，从事设备相关工作，资深业余无线电爱好者，江苏远征俱乐部管理团队成员。自1998年以来参加过多次远征活动，具有优秀的活动组织能力。2000年主导完成了国内第一次业余无线电大会的组织工作，颇受好评。他还参与许多我国业余无线电通信在APRS领域的早期工作。

姜锦中/BD4RET，就职于南京某高校。曾参加2004年BI4Q和2006年BY4RSA/4远征活动，并活跃于各个业余波段之上。爱好野外生活，擅长使用各种电子设备，具备丰富的工程知识。

徐刚/BD4RPJ，就职于某物业管理公司，曾参加多次远征活动，并活跃于其他各种业余无线电相关的活动之中。爱好军事，具有丰富的工程知识。

李彬/BD4REB，就职于南京某科技公司，有多次远征的经历，有深厚的V/U波段通信背景，擅长天线制作。

李庆华/BD4IBW，就职于南京某集团，从事软件开发相关工作，具有扎实的计算机知识和网络功底。

刘航/BG4XNG，就职于某电子设备公司，具有优秀的电子制作知识以及工程背景。

王伟/BA4RN，自由业者，资深业余无线电爱好者，具有优秀的电子制作能力，熟悉各种无线电通信设备，并有在通信领域多年的工作经验。

杨陈/BG4RJC，私营业主，从事汽车维修相关行业的工作，具备深厚的无线电基础知识、优秀的动手和处理问题能力。

付晓彬/BD6BW，就职于南京某数码公司，加入业余无线电行列多年，在投影机和数码产品行业有着深厚的工作背景。

傅道坤，南京邮电学院研究生，计算机专业，具备良好的计算机功底和英文能力。

李成/BG4WYV，就职于南京某机关。积极参与各种业余无线电相关活动。

刘鲁民/BG4XLM，就职于江苏某旅行社，具备良好的英文水平，热心业余无线电活动，促成了江苏省协

图4 活动前技术团队在忙碌地准备着

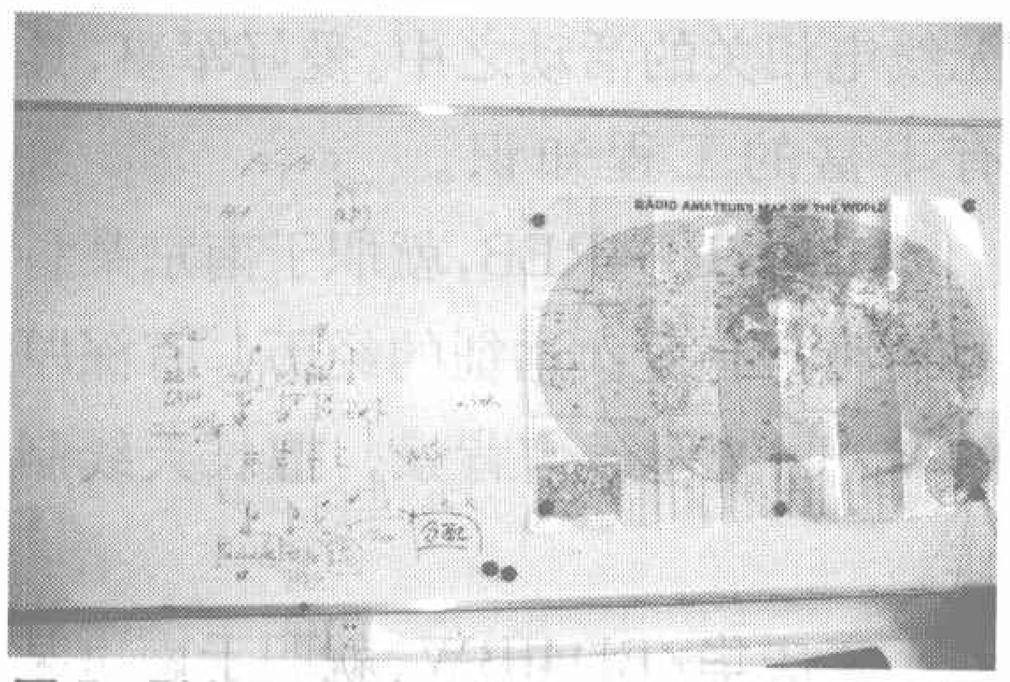


图5 BY4RRR电台室的现场技术团队分工示意图

会竞赛基地B4R的建设。

张雷/BD6AHP，就职于安徽滁州某公司，活跃于卫星通信和无线电竞赛中，是滁州为数不多的爱好者之一。

陈朝阳/BG7KLG，活跃于Echolink和IRLP，设有我国少数的IRLP节点之一，热心于推广Echolink等VOIP技术在业余无线电通信中的应用。

技术团队分工执行情况

根据每个人的特长，技术团队进行了合理的分工，以保证将每个人的最大效用发挥出来，确保通信的每一个步骤都实现“正确的人做正确的事”。让我们来看看他们的具体分工情况。

图5是笔者在南京三中业余电台室拍到的分工示意图。

BY4RRR现场支持团队

分 工	负 责 人
现场总负责	王龙/BA4RX
现场技术主管	陈衡/BD5RV
现场上行监听与团队协调	汪缨/BA4RS
天馈系统负责	姜锦中/BD4RET，徐刚/BD4RPJ
收发机与计算机负责	李彬/BD4REB，李庆华/BD4IBW
现场电气设备负责	刘航/BG4XNG，王伟/BA4RN、杨陈/BD4RJC
现场投影技术支持	付晓彬/BD6BW
现场音频Echolink直播	傅道坤
现场投影控制	李成/BG4WYV
现场视频	刘鲁民/BG4XLM

BY4RRR异地支持团队

分 工	负 责 人
安徽滁州下行备份	张雷/BD6AHP、林楠/BG6BCW、胡雪峰/BG6AFT
IRLP桥接	陈朝阳/BG7KLG（北京）

技术团队的协调配合

这支HAM技术团队成员从7月就开始进行设备的配置、调试和维护等系列工作，虽然这是一个临时的团队，但整个准备的过程中无一不体现着高效、协作的风格，他们的配合非常默契，每个人总能设身处地地为别人着想，减少各自之间工作的冲突。技术团队还定期举行会议，各岗位公开报告进展情况和遇到的障碍，并现场协调解决，每项工作都能得到及时落实。为了不到10分钟的通信，他们甚至制定了厚厚一本工作手册，从购买设备、架设天线到调试系统、检查线路，从现场的投影器材到扩音设备的安装调试，每一项工作都有详细的说明和要求。同时，他们还制订了突发问题的处理原则和处置预案，通信的关键信息被印成手册发给大家。所谓“细节决定成败”，正是这十几位业余无线电爱好者无数的细节工作成就了20个孩子与宇航员10分钟的顺利通信。

由于我国是第一次参与ARISS活动，很多未知的问题，不断在准备的过程中出现，甚至在正式通信前一天还出现连接计算机和电台的电平转换接口烧毁的情况，经过技术团队的彻夜努力，及时修复。在活动当天的现场，由于媒体携带的设备引入的干扰也于通信开始前1小时处理完毕。

保证通信成功的“双保险”

在技术团队的名单里，笔者看到了其中一支特殊的团队——“BY4RRR异地支持团队”。这是活动之前没有听说的。这支在安徽滁州设立的异地支持团队，以BD6AHP为主，为防止南京本地下行信号受到突发干扰，设立下行备份，与现场利用电话相连，为通信成功加一道保险。他们的下行备份工作做得非常出色，正式通信前一天，技术团队曾使用SO50和AO51卫星对通信系统进行测试调校。当时所有设备刚刚在南京三中操场的主席台上架设起来，卫星的下行信号在南京接收很差，从滁州电话线路里传来的清晰信号为技术团队判断问题提供了依据。虽然最后在正式通信过程中一切顺利，这个滁州异地支持团队的信号没有被现场操作人员切入音响系统，但他们的存在无疑成为了现场技术团队的坚强后盾。

Echolink和IRLP

在以往的ARISS活动中，很多不在通信区域内的爱好者也希望能够收听通信内容，因此，ARISS通常采用IRLP和Echolink连接现场音频或视频网络流的方式来转播通信活动，这次的活动也不例外。Echolink（网络业余电台）和IRLP（互联网无线电台连接系统）二者使用VOIP技术连接世界各地的业余电台，包括中继和直频链接。这次的转播活动得到了BG7KLG的大力支持，他设置了IRLP节点为各地爱好者提供服务，并在准备过程中提供了大量技术支持。另外，这次ARISS活动还使用预先建立的“JSDXC”会议服务器对活动全程进行了语音直播。

据BD5RV介绍，本次通信有108个连接进入Echolink转播室，创下ARISS历史上收听Echolink转播人数的最高记录，ARISS官方评论此次通联为“一次巨大的成功”。

8月26日正在成为每位参与此次ARISS活动的业余无线电爱好者值得骄傲的回忆，但更多的挑战等待着他们，或许是另一次ARISS，或许是一次国内尚无人尝试的70cm波段EME（月面反射通信），我们拭目以待。

会刊封面HAM，左起：BA4RN，BG4XNG，傅道坤，BD4RET，BG4WZH（观摩），BA4RX，BD5RV，BD4RPJ，BD4REB，BG4RJC，BA4RS，BD4IBW，BG4WYV，BG4XLM，BD6BW）

www.radio.com.cn

2007年业余无线电通信锦标赛随笔

文/本刊通信员

7月20日，2007年全国无线电通信锦标赛在江苏省扬州市开幕，来自北京、上海、天津、江苏、浙江、广东等地的50多支队伍、420多名青少年选手参加了比赛。

这项全国锦标赛已经举办了13届，今年的参赛队员人数也达到了一个新高峰。比赛内容以其科学性、技术性，引发了成千上万青少年学习无线电技术的兴趣，吸引他们参加到这项活动中。而在平时训练中所学习到的无线电知识和实践技能，也为他们顺利步入无线电殿堂打下了良好的基础。

竞赛主要包括3项内容: 无线电通信知识、对讲机通信比赛和短波信号抓抄比赛。对讲机比赛是根据业余无线电应急通信的需要而设计的，旨在提高语言通信的准确性和表达效率，并考验选手通过掌握无线电波传播规律减少干扰影响、延长手持对讲机联络距离的能力。而其中又分为对讲机常规和综合两项，综合通信赛选手相距距离较远，地形较为复杂，更加考验选手应用对讲机进行通信的能力。

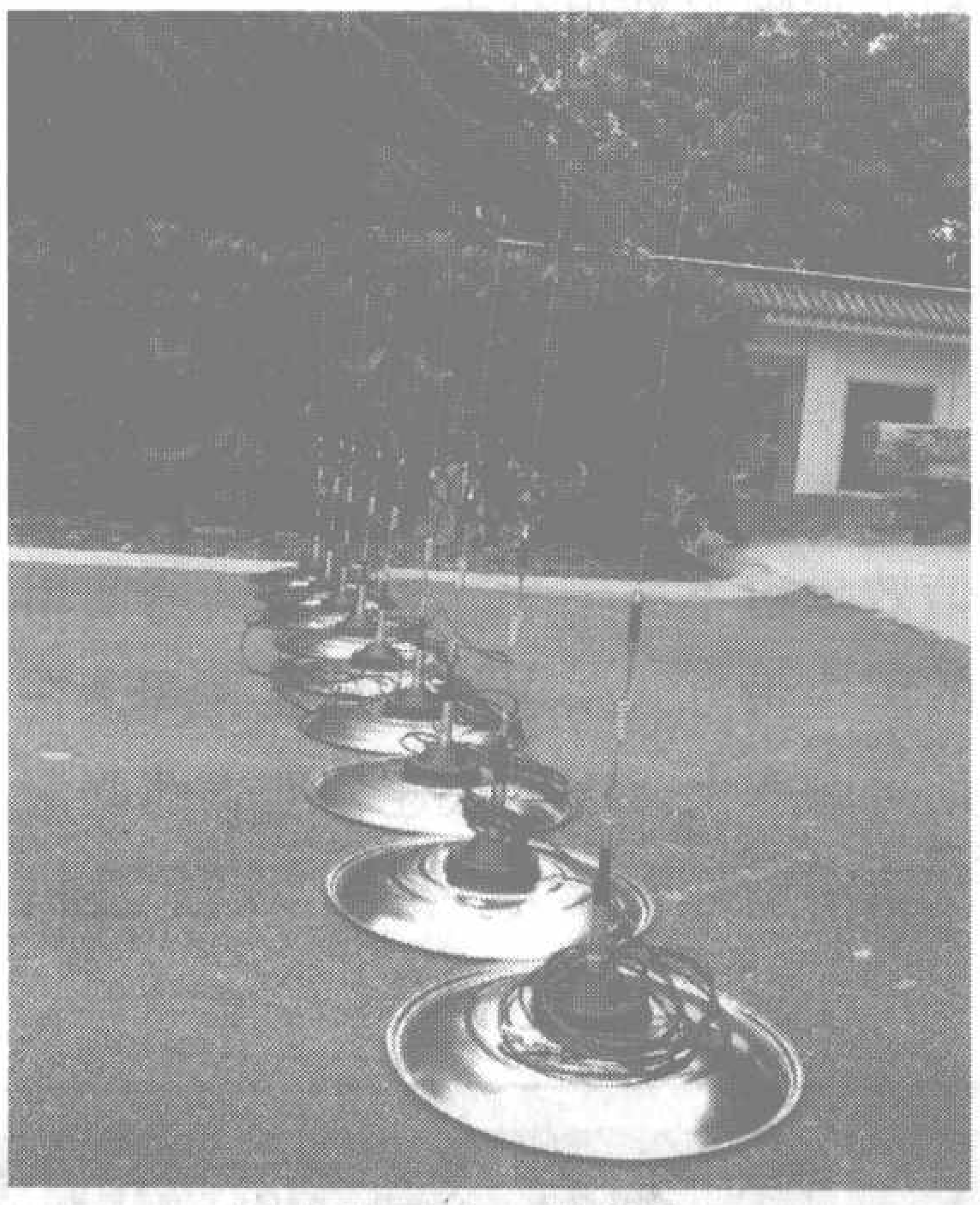
对讲机综合通信比赛

综合通信赛场地分别设在扬州市体育公园和蜀冈西峰生态公园，两地相距3km～4km。蜀冈西峰生态公园在一处高坡上，而体育公园的场地则在一幢体育场馆的后面，经过裁判员赛前测试，通信效果处于临界状态，作为综合通信赛的场地较为理想。

对讲机通信赛起点

选手以两人为一组，分别处于两个场地，同一时刻各自出发，按竞赛路线分别行进，在途中将自己领取到的报文内容发送给对方，并抄收对方发来的报文。报文由随机抽取的有关灾情、救援、救护等方面的词语以及少量无意义英文及数字组合构成。传输错误少者名次列前，错误率相同者所用时间短者为胜。在比赛过程中，虽然不同组的选手由裁判分配不同的频率，但是当他们互相靠近时可能会发生信号抑制、串扰等干扰，有时则因距离和阻挡等环境影响而发生联络困难，这就要求选手善于选择作业地点。

表情专注地接收报文

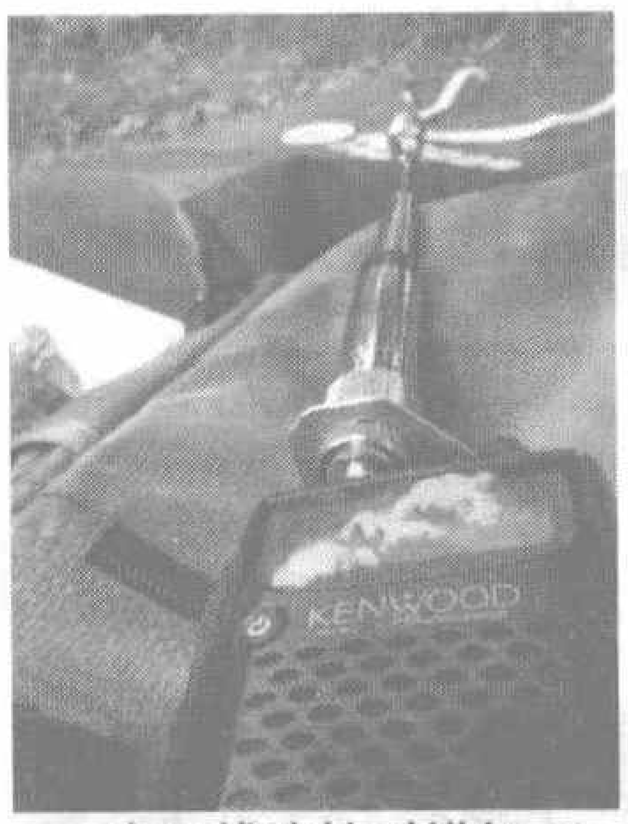


锅盖作吸盘天线的地网

一些参赛队的教练员在赛前根据竞赛规则，颇费心思地对对讲机天线等附件作了改造，以求在实际竞赛中拥有优势。其中比较有新意的是上海队和杭州市第十四中学队。上海队的选手使用了增益较高的车载式吸盘天线与对讲机相连，并出奇地使用铁锅锅盖作为吸盘天线的地网，令现场的其他运动员甚至裁判员眼前一亮；而杭州十四中学的队员则是用车载台天线通过转换接口直接连接在对讲机上，配合特制的钣金件将硕大的天线固定住，防止队员在奔跑中将娇嫩的天线

理论知识赛场

发送报文



大天线连接对讲机

接口损坏。实际使用中证明，通过这样的改造，通信效果较对讲机的原配橡胶天线确实增强不少，并在赛后成为了其他教练员相机镜头的焦点。一些教练员在赛后表示，回去还要细读规则，并且多学些有创意的做法，争取在明年的比赛中有所改进。往年比赛中也有些队员使用了定向天线，但在今年没有再使用，可能和不利于奔跑及抄报有关。

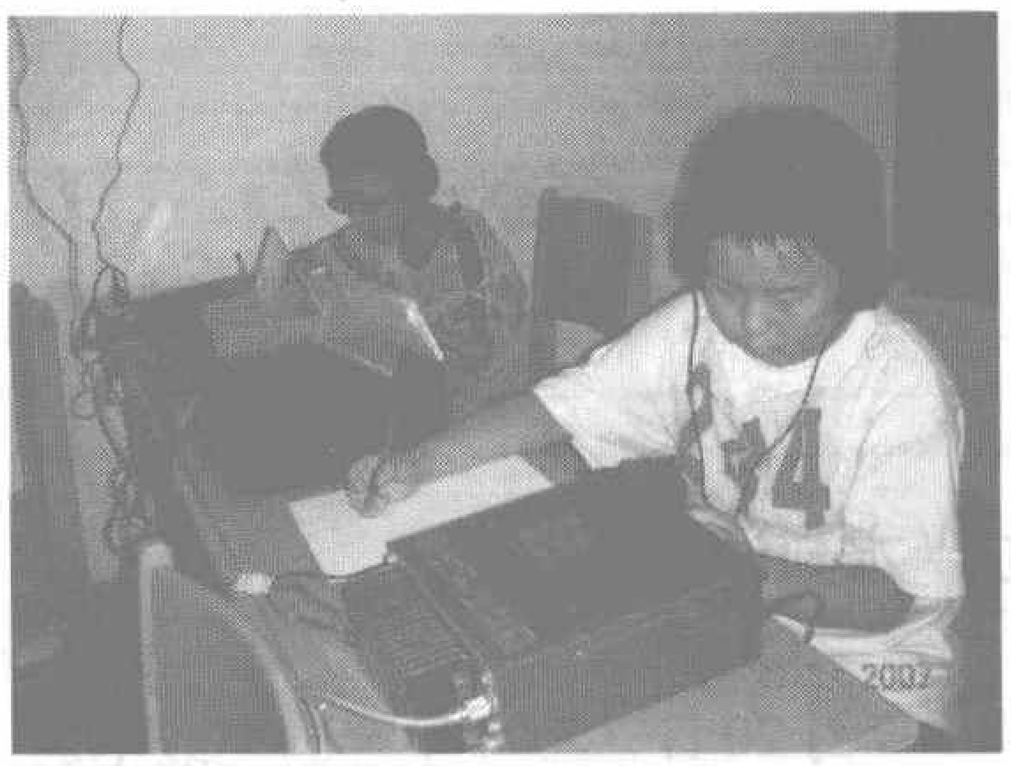
短波信号抓抄比赛

短波信号抓抄比赛是为测试选手在短波通信机上操作基础能力而设计的。远距离短波通信的信号质量通常不很理想，而且在不同的时间段，通信效果也不尽相同。短波通话所使用的单边带方式要求收信机准确调谐在信号频率上，因此快速、准确地调谐和听辨信号的能力，成为反映短波机上操作水平的主要因素。

为了创造比赛的公平性，比赛采用了由裁判发送信号的办法，5部短波发信机在不同频率同时发送5组由SSB话音信号和CW电报信号混合构成的随机报文，并且5路信号都随机的变换着发射频率，这样就模拟出了有很多业余电台在不同频率随机呼叫的环境。为了模拟远方来的信号，所用的发射机都使用极小的功率，通过约1m长的短天线发射，选手们则也使用1m～2m长的拖线作为接收天线。

经过3天的角逐，比赛于7月23日落下帷幕。绍兴柯桥中学队成为今年的黑马，而整个浙江的参赛队也成为最大的赢家，囊括了高中组各个项目的大部分奖状和奖牌，事后得知，由于学校的鼎力支持，在人力、财力上的投入都有不少增加，训练也从春节之后就开始。而一些往年的强队，由于多种原因，成绩却大不如前。

通过多年的实践和改进，今年的比赛效果比较理想。对讲机比赛较好地兼顾了实用性、竞争性和观赏性；短波信号抓抄比赛也已成熟，江苏省无线电运动协会还专门针对该竞赛项目以及初级无线电爱好者的需要，开



短波机上的抓抄

发出了重量轻、携带方便、价格便宜的4波段业余无线电接收机，一些代表队使用后认为效果很好。为此江苏协会准备在此基础上开发收发信机，以方便日后训练的需要。同时今年的竞赛规则还加入了成人组，使各个年龄层次的业余无线电爱好者都能参加进去。

为使竞赛更加具有吸引力和长久性，同时使选手们得以进行更全面的无线电技术训练，中国无线电运动协会计划在明年的比赛中加入新的竞赛项目，目前正在进行新竞赛项目规则编写，并积极寻找合作单位进行新项目的器材研发。在变革和创新中求发展，无线电通信这只奇葩才能常开不败。

关于BS7H操作礁石的命名

文/文翰墨

BS7H操作礁石的的名字是由过去四次参加BS7H远征的爱好者对操作所在的礁石各自排序命名的，彼此矛盾，给希望了解远征操作情况的朋友乃至操作者本人造成很多困扰。为此CRSA总部为今后黄岩岛操作礁石的命名规则做出如下规范化建议：

礁石按照首次被用于业余无线电发射的时间顺序编号，例如1994年第一次使用过的礁石叫作R1，第2块被用作操作基地的礁石是1995年首次使用的，称为R2，依次类推。为了纪念首次操作，还可以在前面冠以首次发射时使用的业余电台呼号，例如BS7H-R1、BS7H-R2等。

目前已经被用作操作基地的礁石共有5块，它们在整个黄岩岛的位置见图1中的黑框所示，放大后的相对关系见图2。2007年5月份用手持GPS测得的经纬度座标见附表。

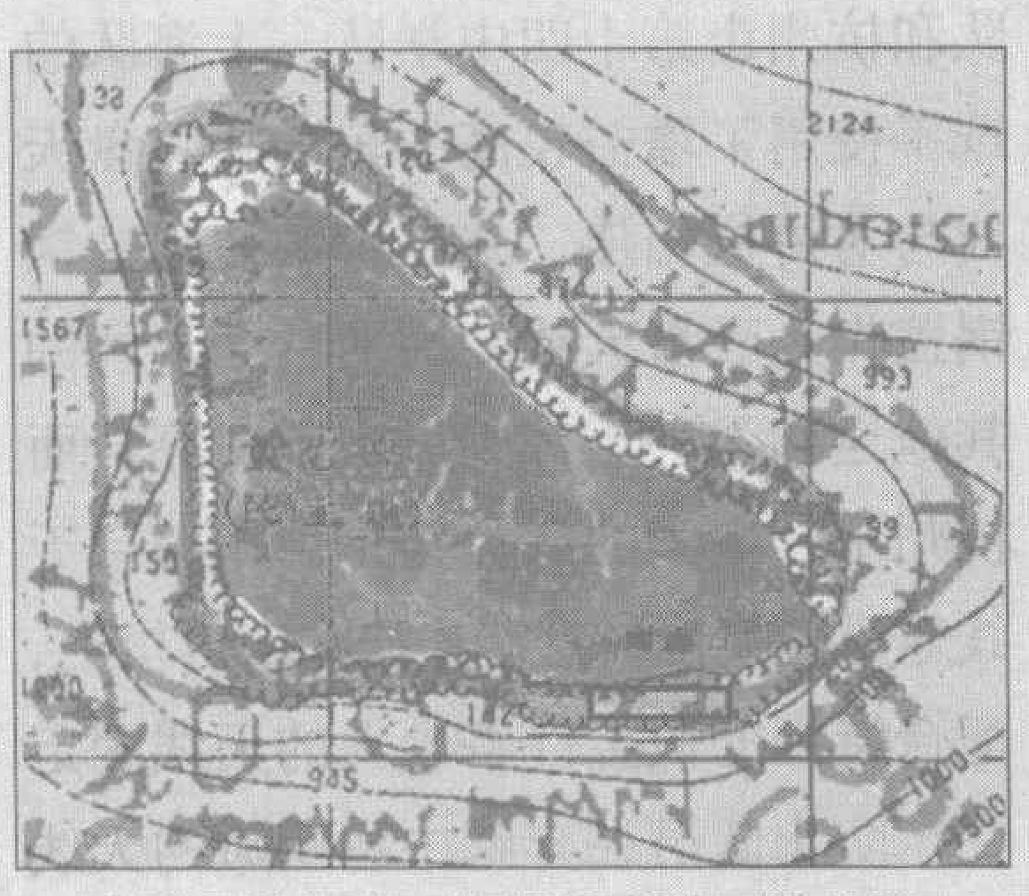


图1 操作礁石在黄岩岛地区的位置

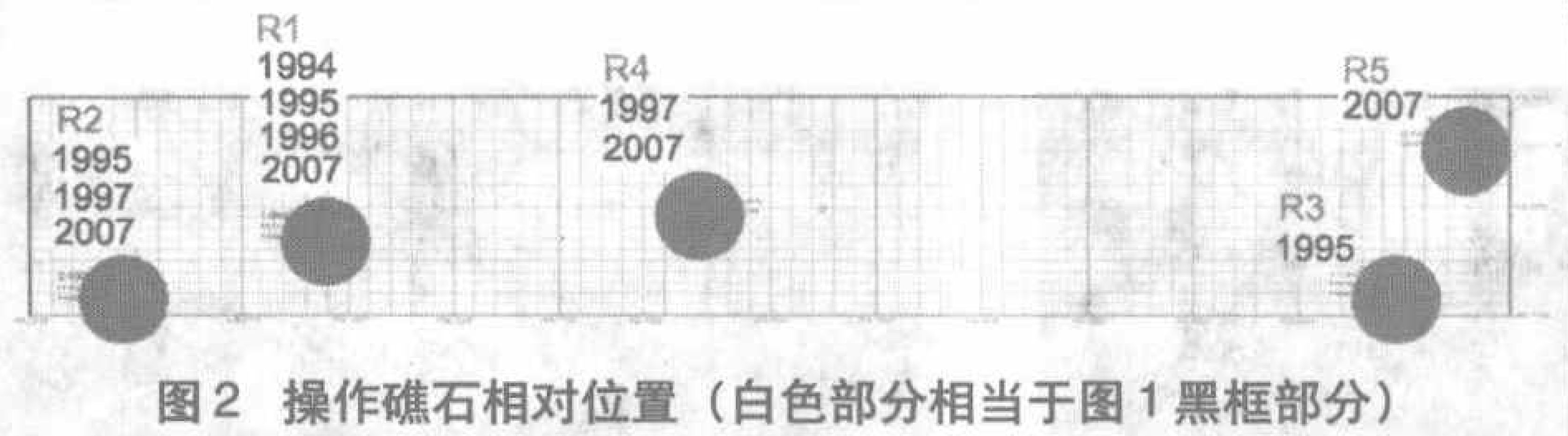


图2 操作礁石相对位置（白色部分相当于图1黑框部分）

附表 手持GPS测得的操作礁石座标

西-东顺序	时序编号	GPS座标		各次活动命名			
		经 度(E)	纬 度(N)	1994	1995	1997	2007
1	BS7H-R2	117° 47.885′	15° 06.213′	–	No.1	No.2	No.2
2	BS7H-R1	117° 48.079′	15° 06.269′	无名	No.2	No.3	No.4
3	BS7H-R4	117° 48.428′	15° 06.291′	–	–	No.1	No.1
4	BS7H-R3	117° 49.091′	15° 06.217′	–	No.3	–	–
5	BS7H-R5	117° 49.158′	15° 06.353′	–	–	–	No.3

www.radio.com.cn

盛夏的狂热

——记2007 IARU短波世界锦标赛

文/陈　衡（BD5RV）

每年七月的第二个周末都是IARU（International Amateur Radio Union，国际业余无线电联盟）短波世界锦标赛。与其他的比赛相比，IARU短波世锦赛有着相当独特的地方，比如所谓HQ的概念。记得笔者曾在一份IARU的文件里看到说，IARU短波世锦赛是一次推广IARU和各国业余无线电协会的良机。HQ是英文“总部”（Headquarters）的缩写，意为各国可派出一队参赛电台，代表本国的业余无线电协会参赛。根据比赛规则，这项赛事的系数分就是该波段上所有通联到的分区和HQ之和。一个HQ对另外一个参赛电台来说也许就意味着6个系数分（比赛是在6个波段上同时进行的），所以特别受欢迎。同时，代表各国协会参赛的HQ电台也成为了该国协会在全世界爱好者面前的“形象代言人”。这就要求HQ电台的操作员有着优异的能力，迅速地处理来自四面八方的呼叫并保持好自己的风度，另外还要兼顾自己的分数，尽一切所能提高整个团队的总分。每次比赛出成绩的时候，所有的HQ电台将被单列到一个分组下面，让大家对比赛成绩一目了然，了解哪个国家分数高哪个国家低。

B7HQ的QSL卡片

此外，IARU短波世锦赛另一个独特之处就是它在同一个时段内是话报混合的比赛。也就是说，你在比赛期间既可以用通话的方式（SSB），也可以用电报的方式（CW）。这被认为是相当考验技巧的。我们知道SSB通话的方式速度快，但是要求较好的传播条件。在信号不良的情况下，SSB有时无法和对方达成有效通联。CW却能够在条件很差的情形下成功地联络对方，但对操作员的水平要求较高。因此，IARU短波世锦赛是那些综合型选手的理想平台。业余无线电界的奥林匹克——世界无线电运动队竞赛（WRTC）也总是借此时段展开。

HQ电台

前面说过，在这个比赛里活跃着各IARU成员组织的HQ电台。我国有4个IARU成员组织：祖国大陆的中国无线电运动协会（CRSA），台湾地区的中华台北业余无线电促进会（CTARL），香港地区的香港业余电台联会（HARTS）和澳门地区的澳门业余无线电协会（ARM）。因此，可以有多至4个HQ电台活跃在这个比赛中。在今年的比赛里，就出现了祖国内地代表CRSA的BxHQ，香港地区的VR10HK代表HARTS，台湾地区的BV0HQ代表CTARL的情况。澳门地区的XX9ARM不知何故缺席了比赛。

我还记得我第一次参加IARU短波世锦赛是1996年。那时就很羡慕可以操作一个HQ电台参赛——因为全球只有你可以送出这个独一无二的系数分。在这个比赛中，人们有着一种普遍的心态，就是追求各个HQ。在一天的时间里在不同波段联络各国的协会总部，嗯，这让人觉得很新奇、很有趣！一些老牌的业余无线电强国，他们的HQ电台总是活跃在这个比赛中，比如德国的DA0HQ、波兰的SN0HQ、匈牙利的HG0HQ、美国的W1AW、英国的GB5HQ等。是的，你会觉得他们都很好辨认，因为呼号几乎都以HQ结尾。这已经称为比赛的一种不成文的习惯：总部电台的呼号后缀以HQ来标识自己。

我国的总部电台是在2003年开始参加此项赛事的。那年在南京设立了4部电台，并申请了B4HQ的呼号参赛。我有幸参加了那次操作，感觉特别的骄傲，因为你第一次向别人送出“599 CRSA”这样的信号报告。同时，我们也宣告CRSA进入国际竞赛的舞台。2004年的比赛依旧在南京。不过不再由南京的爱好者独力承担。来自北京、广东、上海、安徽、浙江、香港等地的竞赛选手聚集到南京，共同操作B4HQ，分享竞赛的喜悦。那不但是一次竞赛操作，也是一次盛大的聚会。不过经历了两年的比赛之后，我们发现利用我国幅员辽阔的优势，在各地分开设台会对我们更有利。因此，2005和2006年的比赛里，我们在不同的地方架设电台，利用南北的差异和各地优良的设备较大幅度地提高了成

夕阳下B7HQ深圳操作台

绩。为了鼓励大家联络CRSA总部电台，CRSA奖状和竞赛工作组还特别推出了联络CRSA HQ奖状，奖励那些在多波段多模式通联CRSA HQ的电台。

不断提高比赛水平

不断追求进步，这是业余无线电爱好者身上不可缺少的气质。这些年来，每年我们都参加IARU短波世锦赛，每一次比赛我们都会想尽各种办法来改善和提高水平及成绩。

1. 分台情况 今年的比赛，CRSA HQ的操作分别设于北京、天津、南京、宁波、佛山和深圳。表1是各台的分配情况。

从表1可以看出，为了这次比赛我们动员了所能找到的最好的设备。北京的BY1TX（竞赛呼号：B1Z）这些年发展迅速，拥有全国独一无二的28m高的GP（垂直地网天线）。因此承担了160m波段的SSB和CW操作。其他各台也拥有领先的天线和设备条件。同时，这些参赛电台的分布也是有考虑的。基本上坚持在主要波段南北各设一个台参赛，这样充分利用南北电离层传播的差异，来扩大该波段的覆盖面，从而提高得分。

2. 召集优秀操作员 在操作员方面，我们召集了操作员中的精英：

北京：BD1WC、BA1AAX、BA1RB、BG1UUK、BA1AJ、BD1ES、BA6QD

天津：BA3CE、BA3AF、BD3AEK、BD3AIE、BD3APX、BG3BSV、BG3BXH

南京：BA4TB、BA4RF、BA4RD、BD4RCS、BD4WXY、BD5RV

宁波：BA4ED、BA4ALC、BA5AG、BD5HAM、BA5DX、BG5CFG

佛山：BD7JLR、BG7IXG、BD7IN、BA7JA、BG7MFB、BA7IA、BA7IAG、BG7JSQ、BA7NQ

深圳：BD7OH、BD7IEE、BD7LHY、BD7IUN、BG7MVZ、BG7MSN、BG7LKJ

另外，来自法国的F6HMJ和德国的DL3MBG参加了北京的操作，来自德国的DL2JRM参加了在南京的操作。

大家可不要小看上面列出的操作员，其中的BA1AAX、BA1RB和BA4RF参加了今年黄岩岛(BS7H)远征。BA4RF和BA7NQ还是2006世界无线电运动队竞赛（WRTC）中国代表队的成员。BD1WC、BA1AJ、BA4TB、BA4ED、BA4ALC、BA5AG、BD7JLR、BA7JA、BA7IA等人都参与过多次IOTA远征，并活跃在各种竞赛和远距离通信（DX）活动中，有着丰富的经验和资历。

3. 网络通联日志和相关软件的应用 有了设备和操作员之后，我们接下来要考虑的是操作员之间的配合以及参赛的策略。按照比赛的规则，得分是按照基数分×系数分的模式计算的。每通联一个电台我们都能获得一定的基数分。其中，如果对方和自己处在同一个ITU分区(ITU即国际电信联盟，它将全世界分为90个区域并加以编号）或者对方是一个HQ电台，该次联络得1分；如果对方和自己不属于同一个分区，但在同一个大洲，联络得3分；如果对方和自己不在同一个分区也不在同一个大洲，则得5分。系数分则是每个波段上（不区分模式）所联络到的分区数量与HQ数量之和。这里的HQ除了各IARU成员组织之外，还包括IARU的官员，他们以AC、R1、R2或者R3来标识自己。AC是IARU管委会的成员，R1、R2、R3分别代表IARU1区、2区和3区的官员，能联络到这些官员也是很难得的。今年的比赛中我们只听到了英国人G3BJ和美国人K1ZZ。从记分方式不难看出，联络的数量多且远（基数分高），同时联络的分布广（系数分高）才能得到高分。因此，各台的操作员除了通联尽可能多的电台数量，还要兼顾系数，注意在频率上搜索新出现的分区和HQ电台，这就涉及到很多技巧。

我们要求操作员使用计算机来记录通联日志。原因很简单，每次比赛下来，单个电台都能进行上千次联络，如果没有计算机的帮助，想知道你听到的呼号是不是新分区或者新的HQ将是一件很困难的事情，你甚至很容易重复地去呼叫一个已经在比赛中同一个波段联络过的电台——那样的联络得分为0。

另外，使用DX cluster也是重要的窍门。这是一套全球爱好者分享远距离电台信息的工具，运行于互联网

表1

波段模式	台址	天线设备情况	使用呼号
160m SSB	BY1TX（北京）	28m高GP	B1HQ
160m CW	BY1TX（北京）	28m高GP	B1HQ
80m CW	B3C（天津）	1/4 GP	B3HQ
80m SSB	B4R（南京）	1/4 GP	B4HQ
40m SSB	BY1TX（北京）	EF340	B1HQ
40m CW	BY4RSA（南京）	10m高3单元八木天线(714X)	B4HQ
20m SSB	B7P（佛山）	17m高4单元八木天线(CL20)	B7HQ
20m CW	BY1TX（北京）	3单元八木天线(318JR)	B1HQ
15m SSB	BY1RX（北京）	24m高4单元八木天线(714T)	B1HQ
15m CW	B5C（宁波）	3单元八木天线(A4S)	B5HQ
10m SSB	B7M（深圳）	12m高5单元八木天线	B7HQ
10m CW	B7P（佛山）	14m高5单元八木天线	B7HQ

www.radio.com.cn

或超短波波段的分组交换网上。操作员可以将DX信息导入到日志软件中。然后，软件可以告诉你某个电台在什么频率上，天线该指向什么地方，并帮助你判断这个电台是不是你需要的，以减少不必要的时间浪费。

传播的分析是赛前和赛中每个操作员必须关注的内容。根据实时公布的太阳黑子参数，我们可以了解各时段可能开通的波段和目的地点，从而提高通联的成功率。有一些软件可以将枯燥的数字经过处理以后转换成不同颜色覆盖到地图上，帮助操作员直观地判断当前的传播情况。当然，这些传播预报只能提供给操作员作参考，经验在这里起决定性的作用。

仙境中的B4HQ 80m SSB操作台

除了上述因素，操作员的能力也是关键。如前所述，比赛追求联络数量最大化和分布最广化。因此要求操作员兼顾主叫和抓系数的工作。抓系数除了利用DX cluster提供的信息，更重要的是自己去搜索。我们这次比赛中没有设立专门的系数台，操作员就得独立去完成两项工作。现代新型的业余电台都支持两个变频振荡器(VFO)，这就允许操作员在一个频率上操作，同时监听其他频率。当然，这也对操作员的能力提出了更高的要求。

由于HQ电台是多操作台、多波段、多模式同时在操作，各台之间的配合也是需要好好考虑的。这里涉及到同波段操作台之间的配合以及不同波段操作台之间的配合。我们在每个波段上至少有两个操作台：SSB和CW。两个台可能同时都在频段上寻找新的系数。根据规则，每个系数只要用SSB或者CW通联一次即可。那么我们就需要让两个台之间的信息互通，一个操作台可以知道听到的疑似系数台是否另外一个已经通联过了。因为如果已经有了这个系数，该操作台大可放弃呼叫——有时呼叫一个新系数台是要耗费十多分钟甚至更多的时间，这样就节省了时间。

另外，不同波段的操作台还需要相互知道操作频率和其他台的通联情况。这样，当有一个新系数台呼叫以后，操作员可以迅速查出我们在其他波段是否需要这个系数，并判断这些波段当时是否有可能开通。如果有可能并在规则允许的情况下，操作员可以告诉对方我们其他操作台的准确频率，并请对方改频到另外一个波段呼叫。这样在短短几秒钟的时间内就可以增添多个系数分。

为了达到这样的目的，我们在这次比赛中设立了日志服务器，来同步各地的日志。比赛里各个操作台是分布在全国各地的，而不是在一个房间或者一幢大楼内。所以我们要求各个操作台都设立互联网连接，并使用同样的日志软件。然后，我们在南京设立了一台日志服务器，各操作台的日志信息实时地发送到日志服务器上，然后再转发给每个操作台。同时，计算机是通过串口控制和电台相连的，以获取设备当前的频率和模式等资料。这样，每个台都能实时地查看到其他各台的通联情况和频率等信息。

各台比赛情况

比赛是7月14日北京时间晚上8点准时开始，持续24小时。全世界的业余电台此时开足马力向自己的目标奋力冲刺。一时间，整个频段挤满了呼叫的人群，连下脚的地方都没有。事前充分的准备让各台进展顺利。放下这些一个接着一个的联络和火爆的频率，我们来看看这次代表CRSA参赛的几个地区。

北京，无疑有着一帮疯狂的DX爱好者。经过多年努力建设起来的竞赛台B1Z令人印象深刻。在京郊的山头上伫立着几座高塔，密密麻麻地安装了各个波段的天线。那里电磁环境优良，视野开阔，的确是进行DX活动的上乘之选。B1Z是和南京的B4R一起出现的最为老牌的竞赛电台，1999年的CQWW SSB比赛中就利用北京邮电大学的BY1BY出现在空中。北京DX俱乐部中也是藏龙卧虎，这些年涌现出了众多优秀的操作员，活跃在我国的DX舞台之上。

南京，我国DX活动发展较早的地方。BY4RSA是我国最早取得DXCC奖状的业余电台之一。江苏DX俱乐部成立于1998年，至今已有9年。期间组织参与过大量的远征和竞赛活动。原先竞赛台B4R一直借用BY4RSA的地方。今年已在江宁开始兴建B4R竞赛基地。此次比赛中40m CW依然在BY4RSA，80mSSB已启用新的基地。

广东，有着一批元老级的人物，在远征和竞赛中积累了丰富的经验，并拥有很强的操作能力。B7P竞赛基地投入了巨资建设，周围风景秀丽。另有深圳的新军B7M。广东给人的深刻印象就是这些年来新人辈出，一些崭新的呼号不断地出现在大家的视野中，丝毫不弱于老HAM，而且大有青出于蓝胜于蓝之势。新人们热情高涨，推动着整个圈子向前发展。有兴趣的话看看B7M参加比赛的录像，你就能有

B3HQ操作中

「ARISS在中国」

手牵手，让我们的梦更远

文/陈 衡（BD5RV）

2006年8月26日18点59分，"Thank you，Welcome to China!"王龙/BA4RX最后向宇航员发出了问候。与此同时，国际空间站正以每秒8公里的速度划过南京的上空。

经过近两年的等待与运作，ARISS在中国的第一次活动终于以成功告捷。

前期准备

进行一次ARISS的想法由何而来已经淡忘了，也许从我的初衷只是觉得能连接到国际空间站是一件很了不起的事情。自从ARISS计划设立以来我就一直保持对它的关注。2001年我在南京一所学校做业余电台辅导员，就提出过此想法，无奈当时各方面条件还未成熟。2005年，从人员到技术设备再到学校的筹办条件，时机成熟了。

其实机会的脚步总是这么悄无声息地走到你身边，我们得去把握住。2006年元旦的业余无线电爱好者年会上，我和任教南京三中的王龙老师交换了很多意见，决定马上开始动手准备。

障碍及解决

操作员资格是我们首先碰到的问题。如果大家研究一下ARISS官方网站上的文件，会发现这个活动不是为业余爱好者，而是为了那些对太空对无线电一无所知的学生，包括小学生、中学生、大学生而举办的。按照我们国家法律，没有操作证书的普通学生是不能使用业余电台进行通信的，用专业一点的说法就是我国业余电台不能为第三方进行转信。

Radiogram No. 5992u　　　　Form 24 for 08/26/07

CREW OFF DUTY

GMT	CREW	ACTIVITY
06:00-06:10		Morning Inspection
06:10-06:40		Post-sleep
06:40-07:30		BREAKFAST
07:45-07:50		Disconnecting ITCS LTL
08:00-09:30	FE-2	Physical Exercise (TVIS)
09:30-10:30		Physical Exercise (RED)
10:30-12:00	FE-1	Physical Exercise (TVIS), day 2
10:45-10:50	FE-2	HAM radio setup
10:50-11:00		HAM radio session
12:00-13:00	CDR	Physical Exercire (VELO + RED) day 2
13:00-14:00		LUNCH
14:10-14:25	FE-2	Private Family Conference *(S + Ku-band)*
15:05-15:45	FE-1	COЖ maintenance
15:45-16:45		Physical Exercise (VELO+RED), day 2
16:45-18:15	CDR	Physical Exercise (TVIS), day 2
18:00-18:15	FE-2	EPO - Growth Chamber C Monitoring
18:15-18:40		Evening work prep
18:40-18:55		Daily Planning Conference *(S-band)*

NASN公布的宇航员日程，所示处是为业余无线电通信安排的时间

在美国和一些其他国家规则会宽松一些，满足某些条件以后，无执照的第三方也能使用业余电台。解决这个问题的途径有二：通过允许第三方转信的国家进行远程桥接，或者让参与的孩子都有操作资格。于是这就引出了另外一个问题：到底选用远程桥接还是直接联络？远程桥接的意思是ARISS

深刻体会。

天津，这次参赛的戏分并不多，但却十分认真，赛前专门架设了80m波段1/4波长GP天线，还有许许多多的人在关注着比赛。他们最后向大赛提交了一份令人满意的答卷。

浙江，本次比赛中参赛队员特意来到海边架设电台，希望更多地利用大海这一良好反射体。所有的设备都是临时架设的，的确是件费时费力的工作。

比赛成绩

24小时的比赛带给我们的操作员无尽的兴奋。CRSA总部电台出现在空中，也让全国的爱好者们激动万分。在各个频率上都有各地的爱好者在回答我们的呼叫。有人甚至在不同波段模式下联络了10次BxHQ。我们切实感觉到了全国爱好者对我们的关心和鼓励，每一个呼叫都激励我们继续向前，代表CRSA参赛是我们每个操作员的荣耀。

在频率上，邻国日本的8NxHQ、韩国的HL0HQ始终伴随着我们在各个频段上呼叫。虽然大家之间存在竞争，却在心里敬佩着对手。这些年来，我们一直在追赶并试图超过日本业余无线电联盟，他们有许多值得我们学习的地方，也激励着我们不断进步。

7月15日晚8点整，比赛结束，当时操作的各台同时向空中发出QRT，宣告操作结束。CRSA HQ电台在24小时内完成了4912次联络，通达世界五个大洲，成绩见表2。这个成绩并不算十分理想——本次比赛开始后发生了太阳磁暴，导致高波段（15m和10m）的传播明显受阻，一些原本应该通达的地区最后没能成功。当然，这是一个会影响所有参赛者的因素。许多北欧的参赛队赛后就向我们抱怨说，听到我们的呼叫但无法通联。磁暴带来的噪音很可能将一方的信号完全淹没。是的，这就是竞赛爱好者们所要面对的挑战，明年再来过吧！

表2 比赛成绩

Score: 4,887,036

	QSO	PTS	ZN	HQ
160M CW	67	197	10	3
80M CW	248	766	16	4
40M CW	579	1973	31	29
20M CW	994	3784	36	23
15M CW	488	1550	27	18
10M CW	121	323	13	11
80M PH	79	201	9	9
40M PH	755	1973	7	7
20M PH	834	2818	7	21
15M PH	635	2411	6	11
10M PH	112	240	1	2
Total	4912	16236	163	138

www.radio.com.cn

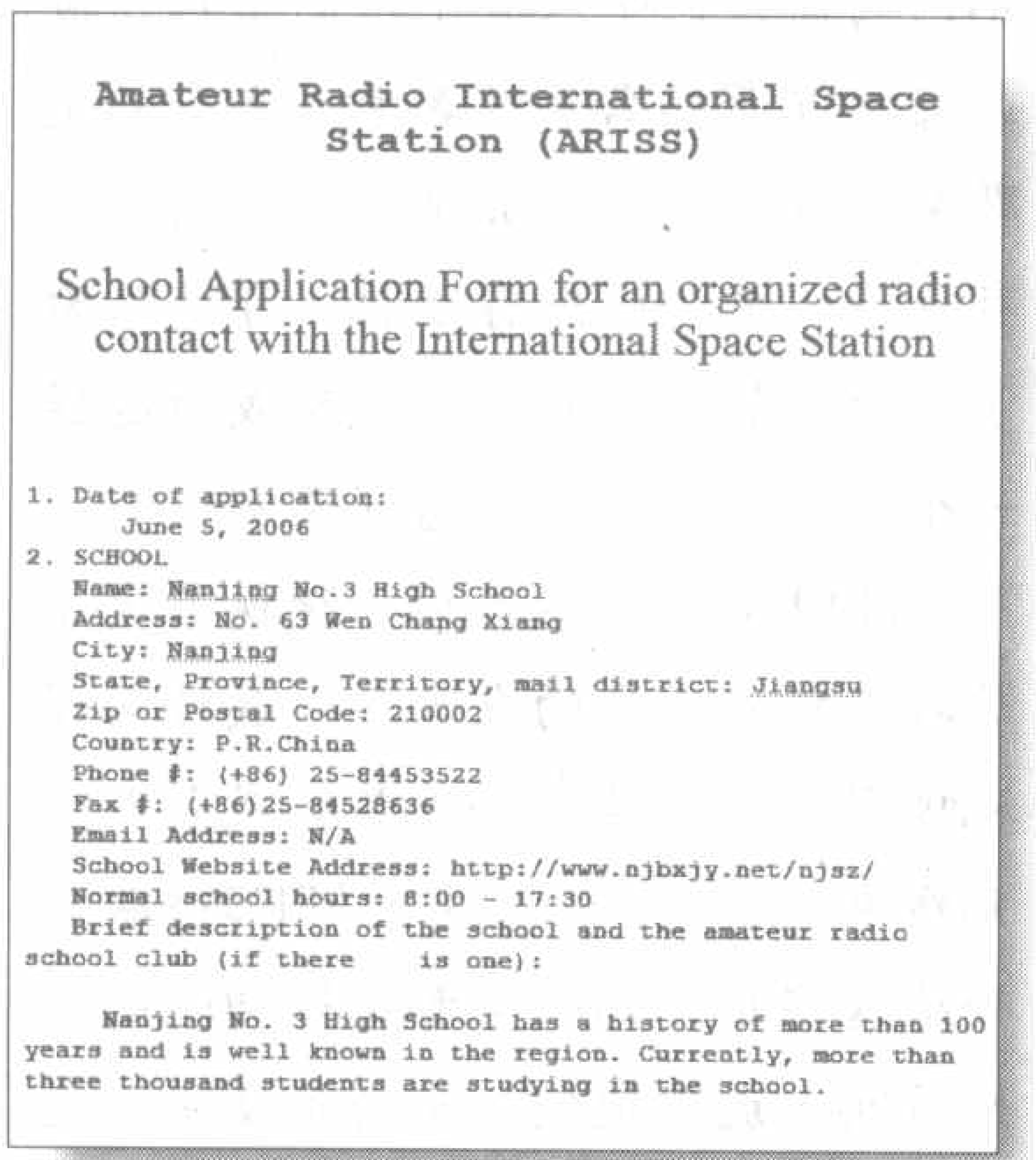
组织有一些志愿者提供了地面站的接驳服务，我们可以在现场通过国际长途连接到这些地面站然后上天。这些地面站通常位于澳大利亚、美国等国家。直接联络的话，我们需要在学校里搭建地面站的所有设备，确保它们正常工作。我和王龙探讨后一致认为，桥接是我们不能接受的，缺乏技术含量不说，还大大降低了此次通联的意义。如果我们选择后者，就意味着我们要让所有的孩子通过考试获得操作资格。另外，由于是直连，本地的业余爱好者要承担确保通联质量的重任。为此，我们还和中国无线电运动协会秘书长陈平/BA1HAM以及众多国外的爱好者进行了深入探讨，确保考虑到每个法律和技术细节。

提交申请到批准

2006年6月5日，在做好一系列准备以后，我们以南京三中的名义向ARISS日本提交了申请。

同时，我们先前向学校提交的ARISS计划书也得到了校方的大力支持。

ARISS学校通联不是一个单纯的业余无线电联络活动，而是一个教育拓展项目。我们应关注其在教育领域产生的意义，而不是通联本身。也许从我们爱好者的角度来看，联络国际空间站是一件很了不起的事情，机会很难得。但那样的受益者只有一人，就是做QSO的那个人，没有什么社会意义。但是如果这件事情放到学生身上，就可以扩展到科技、素质教育、课外活动等很多方面，得到广泛关注。



Amateur Radio International Space Station (ARISS)

School Application Form for an organized radio contact with the International Space Station

1. Date of application:
   June 5, 2006
2. SCHOOL
   Name: Nanjing No.3 High School
   Address: No. 63 Wen Chang Xiang
   City: Nanjing
   State, Province, Territory, mail district: Jiangsu
   Zip or Postal Code: 210002
   Country: P.R.China
   Phone #: (+86) 25-84453522
   Fax #: (+86)25-84528636
   Email Address: N/A
   School Website Address: http://www.njbxjy.net/njsz/
   Normal school hours: 8:00 - 17:30
   Brief description of the school and the amateur radio school club (if there is one):

   Nanjing No. 3 High School has a history of more than 100 years and is well known in the region. Currently, more than three thousand students are studying in the school.

申请表的第一页，有明确的时间

当然，学生不可能仅通过这样一个活动成为航天专家或者通信专家，整个过程的业余通信技术方面他们也不可能参与多少，但是活动的目的在于激发学生的自信心和兴趣。大家可以看到每次ARISS联络结束以后那些学生的兴奋溢于言表，这种激动的心情会伴随他们，影响他们以后的人生。我认为这是ARISS最重要的意义之一。因此，业余无线电爱好者始终不是这次活动的主角。我认为这是我们爱好者参与的一项公众服务。我们是在利用掌握的技能帮助学生们去完成梦想。

在宣传方面，除了电视媒体、广播、报纸和网络媒体(主流门户网站)，和业余无线电相关的Echolink和IRLP转播也被纳入到宣传计划中。ARISS有一个音频转播团队，他们通过Echolink以及IRLP等工具将ARISS学校通联的实时音频转播到世界各地的中继台上（关于Echolink和IRLP，请参见网站www.echolink.org和www.irlp.net）。

提交了申请以后，是焦急的等待。日本方面负责接收申请的是Keigo/JA1KAB，IARU3区的秘书长。与此同时，我们主动和ARISS各委员会的成员取得联系，了解他们的看法，争取他们的支持，同时在第一时间掌握出现的问题并及时处理反馈。我们的努力得到了ARISS的认可，所有的人都认为中国融入到ARISS这个大家庭里是一件非常值得鼓励的事情。6月9日，我们收到Keigo的回信，申请被ARISS亚太区域总部正式接纳，进入后续流程，Satoshi Yasuda/ 7M3TJZ被指定为我们的ARISS通联导师。他们将开始审核我们的申请，通过后提交ARISS教育拓展与学校选择委员会(ARISS Educational Outreach and School Selection Committee)。经过该委员会的进一步考查批准以后，被转交ARISS操作委员会（ARISS Operation Committee)，这就意味着南京三中进入了等待队列中。导师Satoshi人很好，他仔细地审查申请表的每一项，并就各种细节和我们交换意见。常常感觉他就坐在你身边，给他的电邮通常在半小时内就有回复。一天十多封电邮是常有的事情。

6月14日，Keigo发来电邮，南京三中的申请被教育拓展和学校选择委员会批准，转给操作委员会。我们的申请成功了!

技术支持团队

这次ARISS活动的设备选型和采购得到许多业余无线电爱好者的支持，热心的香港爱好者黄启洪/VR2KW给了很多参考意见。广州的简严/BA7JG、梁铁威/BA7NQ以及南京的陈永志/BA4RZ也提供了大量协助。

所有设备在2007年6月到齐，备份的设备则从爱好者手中借用的。

现场2007年7月，由14名HAM组成的现场技术支持团队开始工作。整个8月，技术团队都很辛苦。几乎每天下班以后，大家都聚集到南京三中，有时一直工作到凌晨。

我深深地为这个团队所感动着。毫无疑问，这是我所参与的最优秀的队伍。大家有一种默契，任何事情不需要提醒都会很好地完成。而且任何问题都可以直截了当地进行交流。在这样的团队中工作，让人心旷神怡。

随着通联的日子渐渐临近，团队的状态却越来越疲劳。虽然大家热情依旧高涨，但工作中陆续出现了一些不该发生的错误。我们一边叮嘱大家注意休息，另一方面制作了工作手册，为每个岗位制订细致的检查表。同时，

我们准备了多种备份方案，预备任何环节出现意外时的处理预案，并加以演练。这些预案包括主设备失效、主天线失效、自动跟踪失效、自动频率控制失效、上行受到干扰、下行受到干扰、电源意外切断等。

确定时间

连线Frank Bauer

大家一定还记得在通联现场，我们用国际长途现场连线了ARISS国际主席Frank Bauer/KA3HDO。几乎到了最后一刻，Frank才确定接受现场连线并发表讲话。他是NASA的资深科学家，平时工作非常忙碌。很幸运，他很高兴地表示要在第一次在中国进行ARISS活动前发表讲话。他的讲话稿是8月26日凌晨才到达我们的信箱里，于是连夜进行翻译，最终促成了现场连线。值得一提的是，讲话时间是当地的清晨，大多数美国人还在睡梦里。

“通联的成功需要同时满足一系列的因素，包括无线电传播条件和国际空间站宇航员工作的优先级。在预定信号消失时间来临之前，我们无法断定联络的结果如何。我们在国际空间站上进行的是一项实验。正因为是实验，我们在结束前无法判定其到底是成功还是失败。”——Frank Bauer/KA3HDO，ARISS国际主席。

100%和99%

有一件事情，在准备的全程中让我们寝食难安：通联根本没有测试机会。Kenneth/ N5VHO告诉过我，只能利用卫星来测试，宇航员太忙了，不可能安排测试的时间。与此同时，空间站上的业余信标和业余数据通信设施都处于关机的状态。这就意味着，在现场通联之前，我们不可能确定这套设备的确能通联到国际空间站。而且在此之前，我们爱好者中没有人通联过国际空间站。我们只能以一种近乎苛求的态度利用天上的业余卫星去调校整个通信系统。无论是AO51、SO50、VO52还是AO27，甚至那些只有10cm × 10cm × 10cm的钠卫星上都留下了我们的身影。那种提心吊胆的感觉持续了整整一个月，直到我们在26日傍晚的现场，听到太空的信号。

26日中午的时候，我一边听着耳机里众人最后进行天线调整的通话，一边写着晚上用的幻灯片。王龙老师走进来问我：“你有没有想过万一晚上失败了怎么办？”

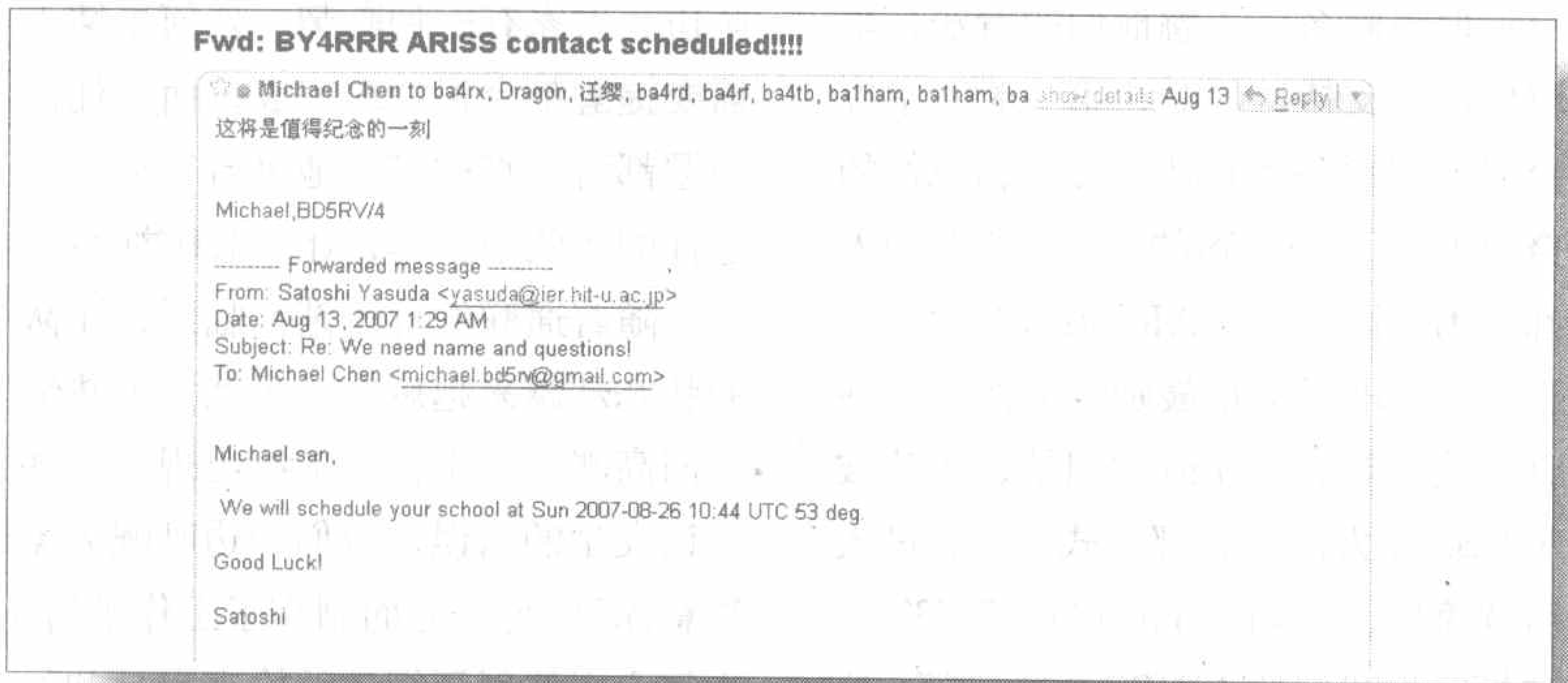
“没有。”我答道。

8月26日

18:50 “还有十秒钟，各部门做好准备。”同时，BG4XNG把下行信号推入主音量。

18:50 王龙老师开始呼叫，“NA1SS, this is BY4RRR, calling on schedule”，第三次呼叫以后，太空传来清晰的语音：“BY4RRR, this is NA1SS”。此时，国际空间站的仰角仅仅2°。

现场一片沸腾！



Fwd: BY4RRR ARISS contact scheduled!!!!

Michael Chen to ba4rx, Dragon, 汪缨, ba4rd, ba4rf, ba4tb, ba1ham, ba1ham, ba show details Aug 13 Reply

这将是值得纪念的一刻

Michael,BD5RV/4

---------- Forwarded message ----------
From: Satoshi Yasuda <yasuda@ier.hit-u.ac.jp>
Date: Aug 13, 2007 1:29 AM
Subject: Re: We need name and questions!
To: Michael Chen <michael.bd5rv@gmail.com>

Michael san,

We will schedule your school at Sun 2007-08-26 10:44 UTC 53 deg.

Good Luck!

Satoshi

ARISS首通中国的时间最后确定

团队成员有感

BD4IBW：空间站出现前的两分钟，我把天线定位到了空间站出现的方向：方位角308°，仰角0°，并向主控BD5RV报告了旋转器控制正常。当空间站出地平线的前几十秒钟我还是有些紧张和兴奋的，盯着显示器上空间站的轨迹，静静地等待空间站出现的那一刻。

BG4XNG：在这次活动中，我主要工作是音频处理与放大，经过不断优化，我们找出了一条将音频放大与多路实时同步切换的最佳方案，为今后大型活动中的通联扩声奠定了基础，同时经过磨合后的团队，配合与协调能力达到了最优，圆满完成这次AIRSS活动，我作为团队中的一名成员感到非常自豪。

BD6BW：从1992年的收听入门赛开始接触业余无线电通信已经15个年头了，在这次ARISS的活动中，我主要负责现场的大屏投影设备提供和保障。作为南京三中ARISS小组的成员觉得非常自豪，在长达两年的筹备过程中被其他成员的“业余无线电精神”所感动。ARISS只是众多活动中的一个，相信未来会更精彩！

BG4WYV：这是一个团结的团队，一个认真的团队，一个勇于面对挑战的团队。团队中的每个人来自于不同的岗位，个人有个人的工作，彼此之间没有那么多的客套，更多的是默契。有了问题，大家集思广义，也有争吵，也会脸红脖子粗，可是只为了一个目的——ARISS！我为成为这样一个团队中的一员而感到骄傲！

BA4RS：还在儿时，凝视着电子管收音机中发光的电子管，我被深深地吸引了。正是那束光芒将我引入了无线电的大门。相信这次ARISS通联会带给这些孩子们一生都值得回忆的美妙瞬间，成为他们一生的乐章中，主旋律里最浓重的那个音符。

www.radio.com.cn

业余无线电爱好者的电台室

文/范　斌（BA1RB）

电台室在业余无线电业务中的英文名叫作Shack。Shack英文原意是小屋、窝棚、简陋的小木屋的意思。诚如原意所述，用于业余无线电操作的房间可以很简陋，可以不是一个专用的房间，而是小房间的一部分，甚至是阳台、一张桌子而已。个人根据自己的实际情况进行配置，丰俭由人，只要适合于自己的情况，按照自己的操作习惯进行配置，你总可得到一个得心应手的操作空间。笔者将在本文中分析电台室的几个关键配置，帮助大家搭建一个自己的电台室。

电源系统

电源系统是电台室中的基础设施，包括交流供电电源、13.8V直流供电电源和小电流的可调稳压维修电源。

电源系统的质量对电台的工作状况、操作员的工作舒适程度有直接的影响。交流电源的配置建议要有3路，对于一般的房间，已经有了2路——空调电源和照明或插座。有条件的话，建议从进户的配电箱加装一路专供功放和电台的线路，使用6mm²以上的铜线，引线要尽量短，在引入插座的位置加装EMI共模滤波器见图1，消除从电源系统进来的干扰。

13.8V直流电源是使用较为广泛的设备，在家用状况下，可使用线性电源，考虑到兼顾外出方便，也可使用通信专用的开关电源，如DAIWA的SW-330W见图2，既轻便，对于短波来说也没有明显的干扰。可调稳压维修电源可用于制作一些简单的外围设备如电台接口、话筒/耳机分配器时调试使用。

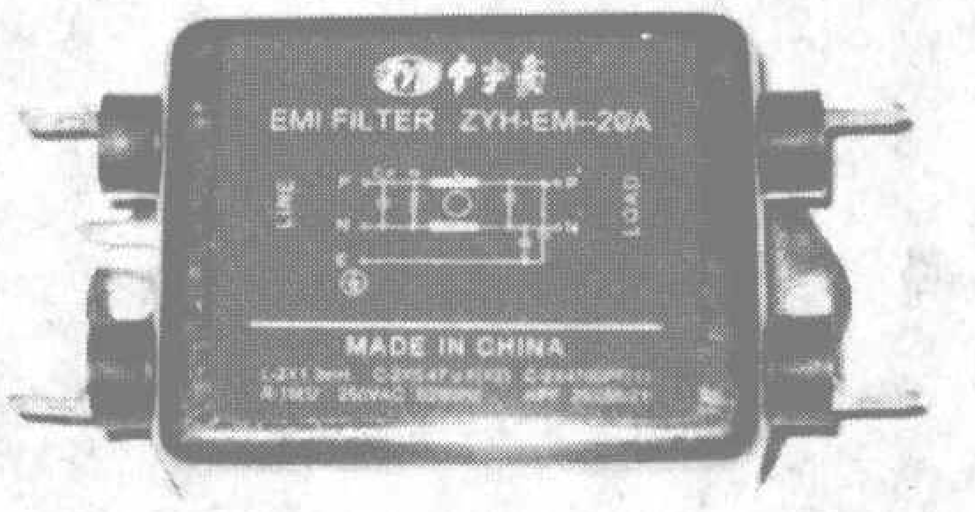


图1 BA1RB电台室系统使用的EMI电源滤波器

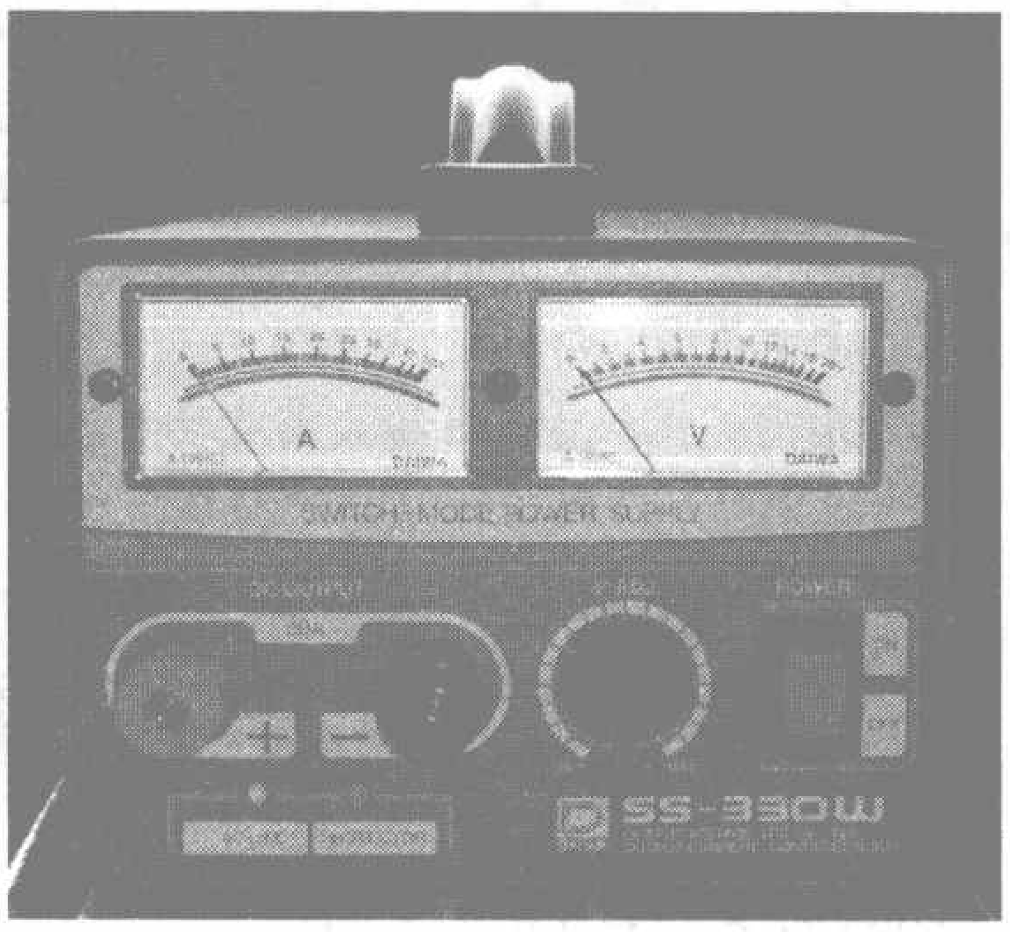


图2 通信专用开关电源SW-330W

天线系统

天线系统是业余无线电台的关键部分。标准的天线配置是：20m及以上使用八木天线，20m以下使用一单元天线（为此CQ WPX和CQ WW比赛还设立了一个专门的子组别TB-WIRES来对应这种天线配置）。

由于架设空间的限制，以及社会上大多数人对于业余无线电认识有所偏颇，大多数爱好者在架设大型天线时会遇到很多困难。长线天线、倒V天线等成了国内业余无线电爱好者的主打天线。天线架设的两个原则是：一、在可能的情况下尽少地使用短缩，天线在自然谐振长度下会获得很高的效率和较宽的带宽。二、天线的高度尽可能高。由于地面或楼面的影响，天线升高后谐振频率会有所升高，在调整时需要注意。

在使用多根天线时，为避免经常插拔天线，使用一个同轴切换器切换机器或天线是一个好习惯。另外，由于天线架设高度较高，在空气中带电粒子的作用下，天线的接头经常会出现火花和噼啪声，特别是在雷电季节，平时可以使用同轴避雷器，在打雷前最好将天线的电缆头扔到窗外。

此外，天线的架设也是一个不小的工程，部分还涉及到高空作业，在架设过程中一定要遵照施工作业的准则，确保人身安全。笔者使用的天线如图3、图4所示。

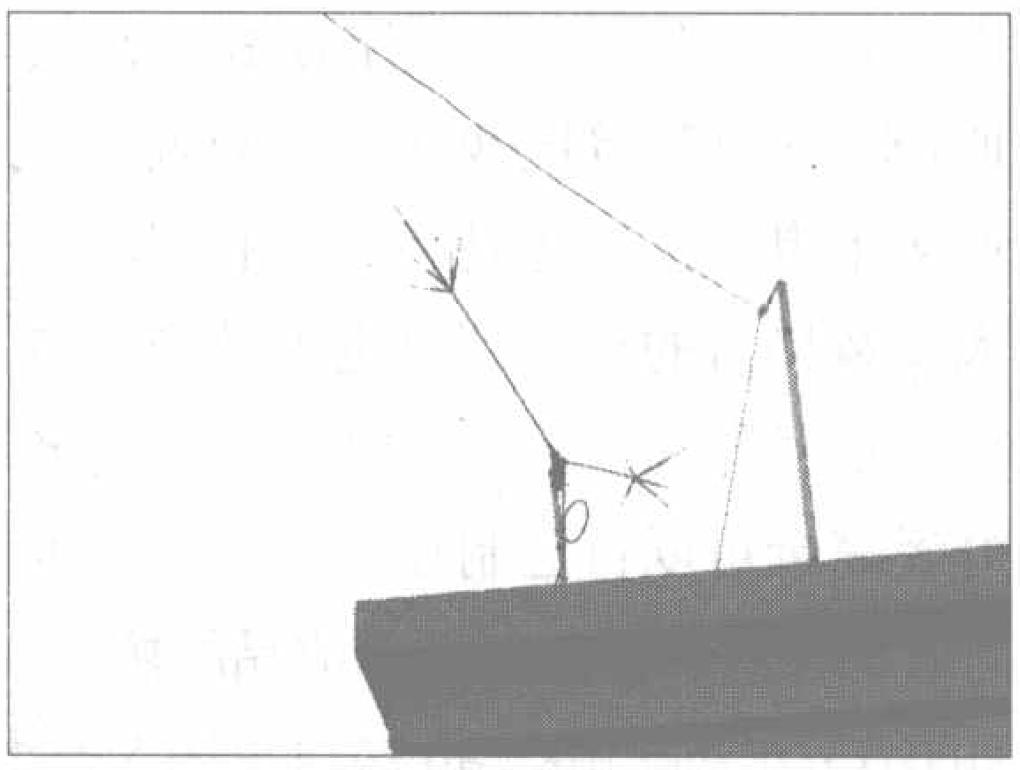


图3 BA1RB的正V型天线和Loop天线

操作区

操作区是电台最容易看见的部分，就像人的脸一样，留给参观者第一印象的就是操作区。以下就笔者的经验，对操作区的情况作一个简单介绍。

电台桌椅： 这是最基本的设施，但也不可轻视。在操作电台时，操作员精力集中，不太会关心坐着的舒适程度，但长时间操作下来，不舒服的桌椅配合会使操作者感觉很累，甚至

图4 Loop天线的匹配

BA1RB操作区简要说明：照片左方是FT—990和IC—760，作为操作的辅助、备份机，也可以作为辅助操作者在与主操作机不同频段收听或工作用机。中间是主操作台，上面放置有示波器，可以进行一些简单的外围接口的调试工作，如电台控制器、接收天线切换器等都是用示波器来进行调试的。示波器的右边是一个八重洲的小型手持台VX—6，用于本地通联或架天线时联络。VX—6右边是一套FT—100和配套的一个小型天调，天调的承受功率在100W以内，主要用于无线电远征时的备份台，在2006年10月广鹿岛远征时曾经用过。主操作台区域目前是按照单机模式设计，即左边是常规操作机FT—1000mp，FT—1000mp上面是自制的K9AY接收天线控制器，正面是与FT—1000mp通过串口连接的电脑，可控制和读取收发信机的频率，产生CW信号。主操作台右边上面是一台IC—820，V/U全模式收发信机，可以用来进行卫星通信和本地通信。IC—820下方是一台短波功放，在追逐DX电台和竞赛时可适当增加自己的信号强度。

有可能造成部分肌肉疲劳，所以希望要配置电台室的HAM朋友注意这个问题。电台在桌上的位置不要太高，以手臂自然放置、能轻松调整电台各个按键、旋钮为佳。计算机屏幕稍微比水平视线低一些，以免造成颈椎压力。

电台接口：从上世纪80年代后期开始生产的电台绝大多数带有计算机接口，方便与计算机进行交互式操作。如果你爱好操作RTTY、PSK31、Packet Radio等数字模式，以及FAX、SSTV等图像通信，配置一个或多个电台接口还是有必要的。其实，大多数接口的作用都是电平转换或者模拟信号隔离传输，有动手能力的爱好者完全可以自己制作。另外，国内外也有爱好者或厂家提供成品的接口，如BA3DP的Link—all接口见图5等。

将操作区的电脑连接互联网也是一个很好的想法。现在很多小区都有宽带，无论是ADSL还是小区宽带，通过这些网络将计算机连接到互联网，

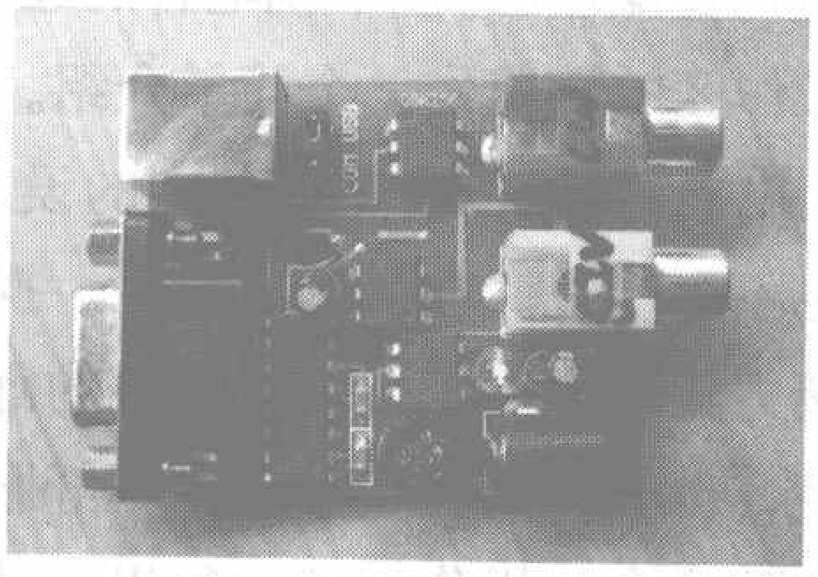


图5 Link-all接口

可以查看实时DX信息，通过一些Log软件，可以自动提示还缺少的DXCC字头等。在进行比赛时，还可以通过网络将分散在几个地方的电台日志连接起来，共同分析。2007年IARU世界短波锦标赛上，中国的总部电台分别从北京、南京、天津、佛山、杭州、深圳等地接入互联网，交换日志和竞赛信息。

U/V电台：用于本地联络，平时可以用来沟通信息，收听、参与当地台网，竞赛时可以用作多台之间的协调。

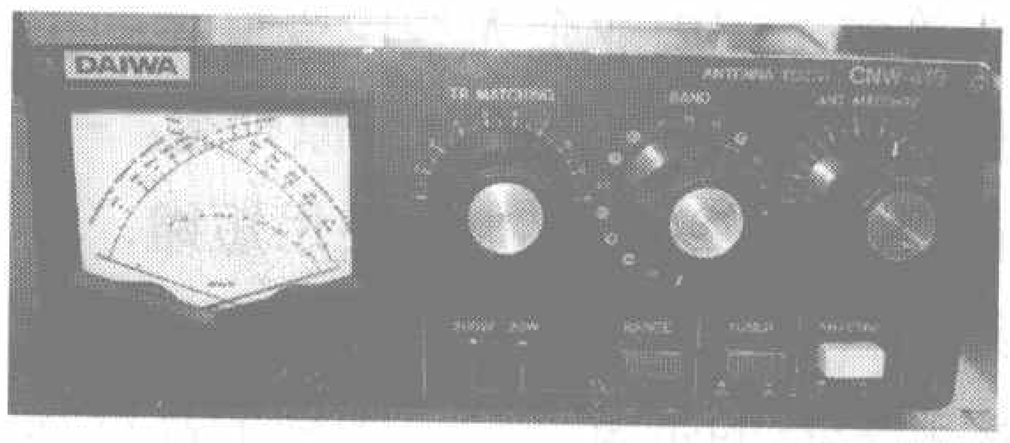


图6 天调

收发信机：收发信机是电台的核心，目前的选择也比较多，价格也比较合适。一般来讲，最好选用操作简单，扩展性强，计算机连接方便的电台。日本的YAESU(八重洲)、ICOM、建伍是在中国的爱好者中占有率较高的收发信机生产厂家。

天调和功放：这两件在大部分的爱好者工作台上是选配件。对于基地台，因为调试时间充分，天调基本上可以不用，但在一些非常用频率上，或天线带宽不够的情况下，天调见图6还是可以派上用场的。功放基本上用于追寻新的DX字头或者在竞赛中使用，功放的使用上一定要注意执照的限制，不能用超过执照的功率进行发射。

台灯和时钟：这两样东西也常见于普通的书桌，但在业余爱好者的桌

www.radio.com.cn

「业余电台入门设备配置指南」

设备配置方案

文/杨 法

相信通过本刊今年第9期两篇文章的介绍，入门者对业余电台设备的基本情况应该有了一个大致的了解，也改变了一些在圈子里流传的对某些机型片面的看法。接下来我们就按不同的HAM群体推荐一下设备配置方案。

经济实用型

国产的LT-6600手持电台非常实用，输出功率也不低。如果你喜欢大屏幕显示和附加FM收音机功能，那么LT-6100Plus也是不错的选择。先买个廉价实用的用着，等培养了兴趣再发烧进口器材。对国产器材不感兴趣的朋友，YAESU VX-177/170也是不错的选择。需要双频段设备的，手台FT-60R、车台FT-7800是很经济的。

固定台全波段型

如果在家里设置一个固定台站，并要求能够使用短波和UHF/VHF频段，配置比较全，总体预算在万元以内，那么互补性的搭配推荐YAESU FT-8900 加上ICOM IC-718，电台的总价在7000元左右，还有3000元可以用于电源和天馈系统，这也算比较合理的配置。FT-8900是高档的4波段双接收车台，而IC-718是高性价比的100W短波基地台，两者互补之处在于IC-718不具备FM发射模式，而FT-8900正好提供了10m短波波段的

上稍有特殊。台灯尽量选择白炽灯，照亮的区域一般是键盘和收发信机的面板，便于操作。由于通联的标准时间一般使用世界协调时，有条件的话，在电台室可以设置两个时钟，一个显示北京时间，另一个显示世界协调时。

台标、证书、奖状

业余无线电台和正式的业务电台一样，都是国家无线电管理机关批准设立的。妥善保管电台执照是每一个电台操作员的义务。制作一个台标也是一个很好的想法，可以让参观者知道这个电台的呼号、所属组织等。

另外，业余无线电有很多的竞赛，经常参加竞赛有利于提高自己的水平，同时也可以收到很多来自世界各地的奖状。将这些奖状裱装好，按照一定的规则挂好，也可以作为自己的业余无线电爱好发展过程的见证。

EMC及干扰预防措施

电磁兼容在业余无线电台里是非常重要的话题。一个电台的好坏主要取决于接收系统的好坏。在城市里，电磁环境就非常不好，在自己的电台室中，一定要尽量避免干扰的发生。干扰的严重程度是以干扰源为中心，按照距离的平方衰减的。干扰的消除措施除了在电源系统中使用电源滤波器以外，还可在音频和射频线路比较靠近的地方使用磁环，如电台接口、耳机插口的线路等。其实最主要的方法是将一切可能的干扰源排除在电台室之外，如开关电路形式的手机充电器，有电刷的电动机等。还有一点，就是上面也提到的，电台室的灯，尽量使用白炽灯，不要使用有电子镇流器的节能灯，以避免可能的干扰。

简单的维修系统

虽然一般的操作员不是DIY的发烧友，但是电台相关的一些简单工作还是可以自己动手的，如焊接一个耳机一分二的接口、搭接一个计算机到收发信机的控制接口等。这些小部件的制作虽然简单，但有助于理解电台的工作原理，自己也很有成就感。

总之，各位爱好者可以根据自己的实际情况，配置全部或部分的设备器材及基础设施，在自己感兴趣的领域进行探索，总会有意想不到的新发现。

“无线电爱好者工作室”照片征集活动

无线电爱好者的工作室，一个不需要多大的地方，却可以让HAM在其中通联五湖四海，让电子爱好者在其中尽享DIY的乐趣，将有限的空间拓展到无限的世界。相信看了BA1RB的工作室，很多HAM也对组建自己的工作室/台跃跃欲试。本刊将举行“业余无线电爱好者工作室”照片征集活动，HAM朋友可以将您的工作室照片(jpg或bmp格式)和文字介绍(word或txt格式)发到我刊信箱ham@radio.com.cn。所有参与此活动的工作室照片及介绍都将在本刊网站上陆续展示，编辑部还将选择部分照片及介绍刊登在《无线电》杂志上。欢迎大家参与。

单FM发射模式，所以两者搭配在性能上是很出色的。

对于不在乎设备数量多一点的朋友，IC-718 + FT-1807 + FT-1802也是不错的搭配，覆盖了HF/144MHz/430MHz主要业余波段，3台设备虽然不算高档，但各司其职，别有风味，至少看起来数量上占优，实际花费在6000元多一点。但遗憾的是在28MHz～29MHz频段不能以FM模式工作（业余短波通信一般在29MHz附近才用FM模式）。

对于喜欢紧凑型设备的朋友来说，FT-897D和FT-857D都是不错的选择，费用上只有五六千，预算多的朋友选择IC-7000则更好。这些多波段多功能电台占地小、功能全，虽然性能不是顶级的，但功能和波段覆盖很全。可惜这些设备都是单通道的，不能同时监听几个信号。

车载移动通信型

汽车族基本是以车台为主，手持机为辅。预算不多的朋友FT-1807/1802是最廉价的选择。如果经常到外地出游的朋友配台双频段的FT-7800，这样一路上无论144MHz还是430MHz都可以尽收囊中。对于预算多、汽车高档的朋友而言，IC-2720H是不错的选择，双段双通道可以同时监视两个信道，有时挺有用的，也显出你设备的档次。对于开粗犷性越野车的朋友MOTOROLA的GM300（价格便宜）、GM338（性能好）是不错的选择，MOTOROLA的设备声音响亮、机器皮实耐用。作为车台的补充，再搭配一两个手台，在你离开车辆的时候可以保持与留守人员的联系。买了车台后预算已所剩不多的HAM可以考虑配置LT-6600、PX-777等国产手台，进口双段手台FT-60R性价比很好，也比较结实。

安装车载台自然要用到车载天线，不要只考虑通信效果选择高增益的长天线，过长的车载天线在实际中会给进出车库、桥洞以及高速行驶带来麻烦，所以建议最好选用30cm～70cm长度适中的天线。如果执意要用长天线，建议采用放倒器，常用的有Diamond K9000电动天线控制器。另外也可以配置两条天线，平时用较短的天线，在汽车后备箱里放一条高增益的长天线，当汽车停下来需要作长距离通信的时候再临时换上。

K9000 电动天线控制器

无线电动手派

如果你对电子维修比较在行，那么二手电台在价格上比较占优势，很多老的经典设备经过适当的维护，性能还不错，常见的有驰电达（STANDARD）C150/C450、建伍（KENWOOD）TH-28/48/78/79、TH-22/42AT等。有的设备还需要改频，如N888等。其实对于技术型的业余电台爱好者，攻克一个技术难关比通联到一个稀有电台更令人开心。一些老设备尤其是故障设备也正是用来练手的廉价好材料。

*友情提示：电子维修和电台维修虽然出自同源，但术业有专攻，电台维修在专业技术和仪器设备的要求上与普通电子维修还是有很大区别的。

户外活动爱好者

户外运动环境通常比较恶劣，要求对讲机坚固耐用防水防摔。YAESU VX-7R正为此设计，该机还具备温度表、气压表、高度显示等户外常用仪器的功能，其IPX7级的防水等级与手持GPS相当，在大雨中使用也可以完全放心。在野外，144MHz的通信效果往往比430MHz更好。如果你的预算不多，不需要温度、气压测量和双通道接收，那么VX-6R是一款更实用的双频手台，同样具备IPX7级防水性能，其电池和附件很多与VX-7R通用，价格要便宜700元左右。

*友情提示：虽然号称短波电台可以叫通全球，但实际上能够保证的点对点通联不多，所以不要用短波电台完全替代卫星电话的应急使用，最多作为应急通信的扩展与备份。

通联爱好者

热衷通联的爱好者希望自己具有更强的发射信号，在功率有限制的情况下，可以通过减少馈线损耗和选用高增益天线并架设在制高点上来提升通信效果。一个合理的通信系统，往往天线、馈线的费用会占到整个系统40%～50%。一些业余电台爱好者还想出种种办法来降低馈线的损耗，除了购买价格昂贵的低损耗馈线/馈管外，将可以机头分离的车载台分体安装于家里的楼顶。这样一来，机器到天线的馈线大大缩短，损耗也大大降低，机头位于家中完全不影响操控，自制机头分离线的花费也远低于极品馈线。

不管是手持机、车载台还是固定台，要想通信效果好，天线的选用和架设很重要。手持机原配天线性能优秀的不多，如果追求更好的通信效果，最好另外配条高增益的天线，千万不要舍不得在天线上花钱。

*友情提示：业余电台是一项政策性、法规性很强的活动，电台站的最大允许功率由当地无线电管理机构核定并在电台执照上标明，不得为了追求通信效果私自加大功率使用。

军机爱好者

军事爱好者自然爱军品，外军的军品可能好找一些，如MOTOROLA Saber、ASTRO Saber系列。在美军和香港地区警察中已经退役的对讲机，

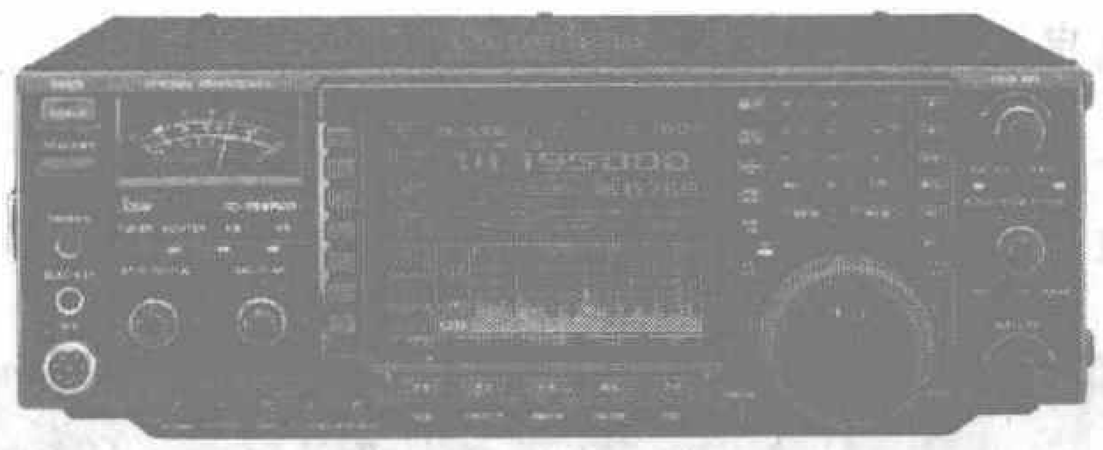
www.radio.com.cn

在洋垃圾中有很多，经过改造和写频，大部分能工作在业余频段。我军军品中有使用价值的东西比较难找，尤其是UHF/VHF段的电台。所以除了可以买一些使用价值很小的小八一、硅二瓦、884作为收藏和摆设外，我们还可以利用这些老百姓心中的“电台”外壳，将内部掏空后选择适当的国产对讲机作为机芯，利用原军机的话筒扬声器，改装出有实用价值又有军品外观的“特种对讲机”。

二手军用短波接收机市场上比较多，有139、239、339、77、56、74、004、005、007、009、010等，其中77、56、005、009比较有收藏价值和使用价值，也体现了我国军品特定时代的较高水平。

IC-910

IC-970h



IC-756PRO

IC-775dsp

豪华极至型

简单的说就是要买就买最好的。那么在手台方面YAESU VX-7R 、KENWOOD F7E/D7A、ICOM IC-91AD是日本最大三家业余电台器材厂家目前的高端产品，拿在手里绝对有面子。车载设备ICOM IC-7000、IC-2820H和KENWOOD TM-D700绝对都是众HAM所渴望的设备。至于家里的固定台IC-910H是UHF/VFH段的“大炮”，也是目前市场上的顶级产品，短波方面IC-756PRO III或FT-2000都是高档货。如果一定要追求顶级短波装备，ICOM的IC-7800和YAESU的FTDX9000D是最时髦的极品。相信如果谁这样配上一套设备，就连资深老HAM也会垂涎。

器材发烧型

如果说上面的“豪华极至型”配置有钱就能买到，那么下面的配置有钱都不一定容易买到，可以凸显主人品位的专业水平。UHF/VHF段的固定台可以考虑IC-970H，再分别加上VHF UHF功率放大器，短波台可以考虑ICOM公司生产的IC-781、IC-775DSP或者KENWOOD TS-950SDX+ SM-230 Station Monitor，这些都是ICOM和KENWOOD最顶级的设备，现在新货几乎绝迹，目前只有在一些日本中古品店还有少量出售，这些设备也是很多资深业余电台爱好者心里的器材“圣物”。

相同与不同

作者：马长有（BG2ACA）

"火腿族"的网上乐园

文/赵素汉（BA7AS）

随着互联网的普及，广大业余无线电爱好者已不再满足于频率上的通联和交流，在互联网上，有关业余无线电的网站、论坛、博客、QQ群、聊天室现在已经是林林总总，不胜枚举，互联网拉近了业余无线电爱好者之间的距离，为他们的技术探讨、器材交换、火腿活动的组织带来了极大的便利。

中国无线电运动协会网站
http://www.crsa.org.cn/

《个人业余无线电台管理暂行办法》第六条规定："设置个人业余电台应具备以下条件：(一) 年满十八岁以上的中华人民共和国公民（收信台15岁以上），并为中国无线电运动协会会员。(二) 具有《中华人民共和国个人业余无线电台操作证书》。"我们可以直接在中国无线电运动协会的官方网站上下载入会申请表格了，并实现了会费查询、了解等级考核办法、查到本年度通过考核名单以及各项有关协会的咨询反馈，还可以查看到最新的通知公告、新闻资讯、法律法规等。协会网站密切了总部与会员之间的关系，为会员提供了一个政策、信息的平台。

哈罗CQ火腿社区
http://www.hellocq.net/forum/

这是一个创办于2001年9月，在业余无线电界享有盛誉的火腿论坛，目前拥有注册会员总数28000人。

哈罗CQ火腿社区内设有火腿聊天区、火腿技术区等。不论是才入门的新手，还是喜欢通联、DIY或喜欢广交朋友的老火腿，在这里都可以找到他想看到的内容。"火腿聊天区"主要有公告通知、火腿神聊、各地火腿活动专题、QSL卡展板、新手培训班、业余无线电器材信息等栏目；"火腿技术区"主要有ARDF业余无线电测向、业余无线电应急通信、业余无线电中文计划、DX通信、QRP and DIY、天线、设备、数字和空间通信、VHF&UHF、单片机与自动控制等栏目。

QRZ·中国
http://www.qrz.cn/

这是一个为业余无线电台通联服务的专业性网站，可以在通联过程中根据通联对方的呼号即时查询到对方的姓名、地址、设备情况等资料，《QRZ·中国》为广大热衷通联的爱好者提供与境外火腿交换QSL卡片的服务。

广播论坛
http://bbs.leowood.net

众所周知，许多HAM都是由BCL转化而来，即业余无线电爱好者大部分都曾经是广播爱好者。

这个创办于2000年6月的论坛目前拥有注册会员22600多人，设有"谈机论机"、"BCL"、"器材交易"、"天南地北"、"DIY专栏"等栏目，是初玩无线电的朋友学习无线电接收知识的好课堂。

中国CQ无线电论坛
http://www.cqcqcq.net/index.asp

该网站创办于2004年5月。网站中的"无线电设备跳蚤市场"栏目免费提供交易中转服务，受理交易中的纠纷投诉。另有BD5ENA、BD5DAA两位维修高手亲自坐堂解答有关设备检验、维修的疑难问题。

中国业余无线电社区
http://www.hellocq.com/cgi-bin/leobbs.cgi

此网站创办于2001年12月。设有公告管理、讨论交流、设备器材、活动通联、HELLOCQ车友会、生活休闲、设备交流、论坛事务等几个区，其中以"设备交流区"为主要特色，包括HAM设备交流、其他设备交流、纠纷调解中心等，并制定有比较完善的设备器材转让规则。

DIY 简易 V/U 段“J”形和 HF 段倒“V”天线

文/张晓平（BD6CS）

无论通信活动是在室内还是在野外都需要架设天线，对于大多数业余无线电爱好者来讲，自己动手制作一些简易的天线架设在室外，取材容易，架设方便，也扩大了通信距离，同时也锻炼了自己的动手能力，还培养了自己的生活乐趣。

一、V/U 段“J”形及折合天线的制作

V/U 段电波是直线传播（也称视距传播）。传播效果与天线的高度有直接关系，所以我们一般把V/U段天线架设在室外的最高处。J形天线用于与本地HAM作直接通联效果非常好，在丘陵地区用 5 W 功率通信距离大于30km，在平原地区用5W功率通信距离大于50km。本人在淮南可以常年保持和蚌埠、阜阳等地HAM做QSO。以下是本人制作的V/U段天线的经过，供大家参考。

首先到废品收购站购买一些废旧制冷设备里的直径8mm～16mm、长290cm的铜管，或去制冷器材店购买。根据计算出的尺寸截取铜管的长度，如图1所示地网长度为1/4 λ、振子长度为3/4 λ。例如做一副2 m 天线，地网的长度为0.5m、振子长度为1.5m。做一副0.7m

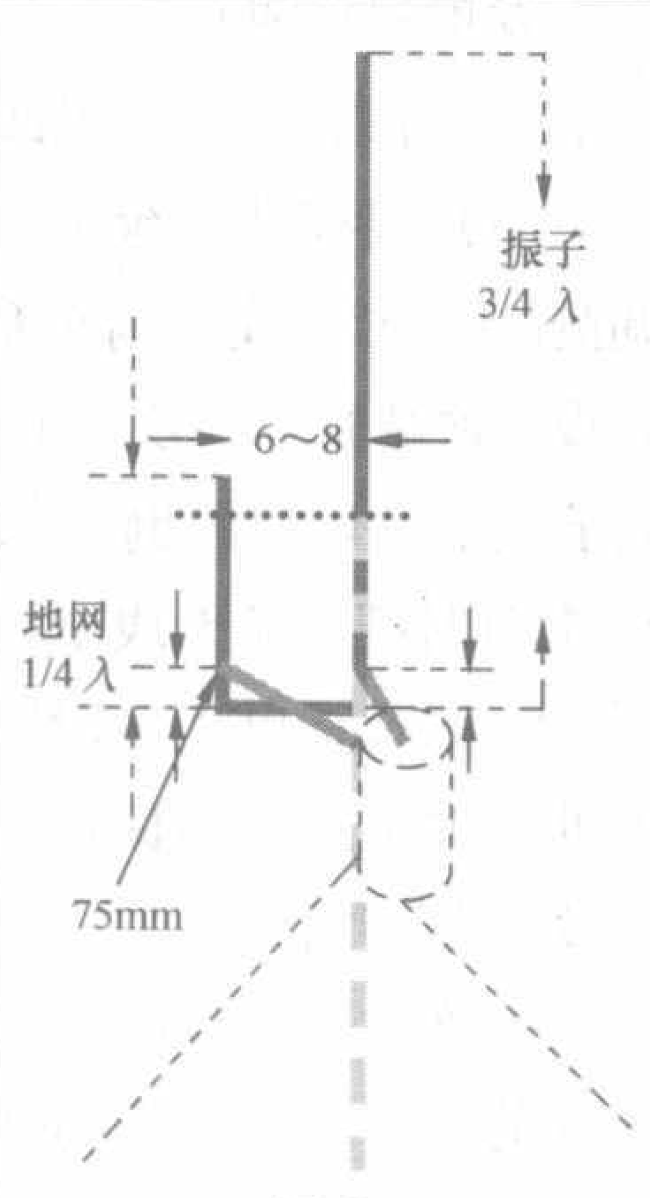


图 1

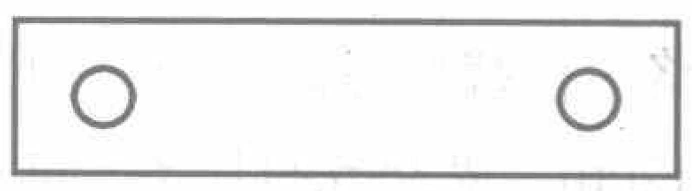


图 2

（430MHz～440MHz）天线，地网长度为17.5cm、振子长度为52.5cm。注意：在做2m天线时，需要长10cm、宽3cm胶木板或者废旧电路板（但要去除覆铜线路）作支架板，形状见图2。2m 折合天线需要两块支架板固定。0.7m天线由于尺寸较小开口端不需要固定。天线底部U形用弯管器（维修制冷设备专用工具）弯成或管内装满沙子在直径6cm～8cm的树干上或钢管上弯成。天线底部固定在立杆上有多种方式，将天线的底部焊接在一块铁板上或固定在较结实的木棍上（如图3、图4所示）。

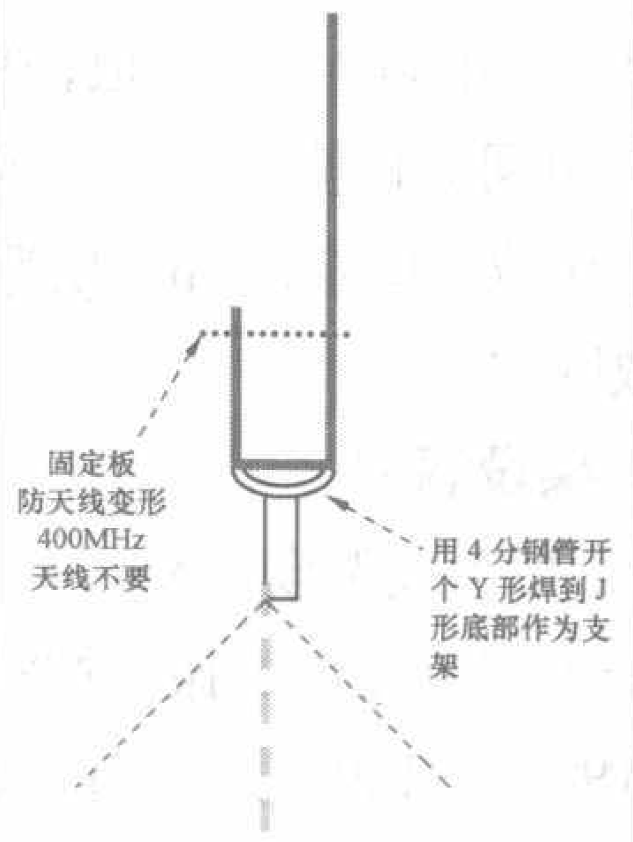


图 3

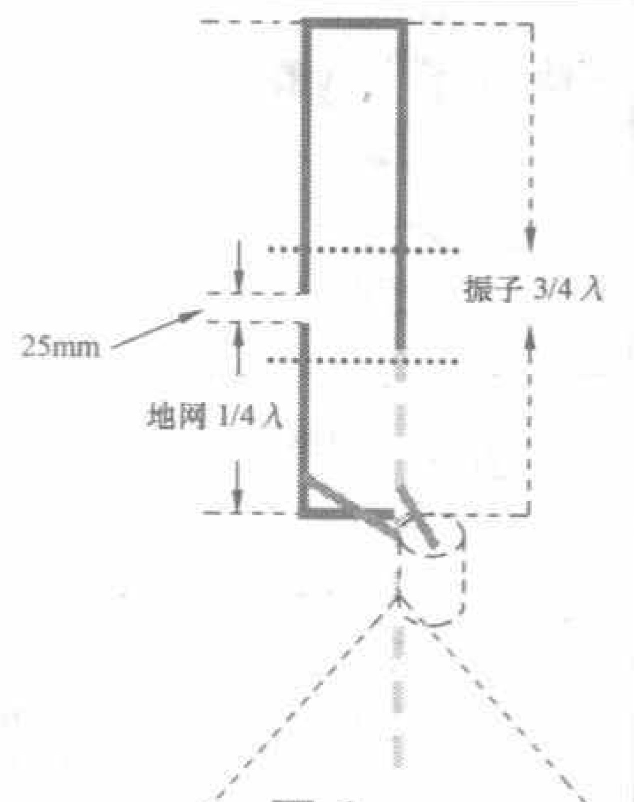


图 4

先假设两馈电点在J形天线的U形底端向上75mm处，馈线（50 Ω）芯线接长杆、网线接短杆。焊接好所有连线后(用100W以上的电烙铁焊接）连接上收发信机（手持机或车载机）。多余的馈线不要盘在一起，一定要散开，否则影响调试效果。天线用一根尼龙绳栓住上端悬挂在周围没有物体的空中，离地超过500mm。调试天线时最好用输出功率稍大的电台，如果没有车载台，用手持机一样可以测试。本人调试天线时用的设备是：V段用ICOM—229（输出功率35W），U段用键伍TK—808（输出功率25W）。接上驻波表，发射机输出功率调到最大状态下发射，测试驻波比（SWR）。驻波比（SWR）理想值为1，一般驻波比测试在不大于1.5时为最佳。如果SWR值大于1.5，可同时向上或向下移动两个馈电点接线。如SWR仍达不到最佳点，可移动馈线在J形天线上的位置，反复几次找到SWR最佳点。测试好的天线，馈电点用热熔胶或“百得胶”在外表进行封闭，以防止接点长时间氧化断裂，还可以防止雨水顺着馈线芯线倒落入馈线内，影响馈线使用效果和缩短馈线使用寿命。一般用车载大功率的电台测试好的天线，如接上手持机（输出功率2W～5W）测试，SWR均在1。

如果没有驻波表也没有车载台，可以用手持机外接12V电源供电，手持机用最大功率发射（约5W）。在调试天线时可以让距自己10km以外的HAM朋友帮助调试。先假设天线两馈电点在J形天线的U形底端向上75mm处，把馈线焊好，发射信号让对方收听。发射机功率调到3W发射，如对方接收信号S表为9或9+，则说明天线效果较好；5W发射信号时，如对方接收信号S表为1或更差，此时只要向上或向下移动馈电点5mm～10mm再试，要有耐心，反复多次调试，一定

会成功的。

折合天线制作见图4，制作过程不再赘述，调试方法和J形天线相同。

二、HF段倒V天线（半波偶极天线）的制作

老业余无线电家们常说：有一部好电台，不如有架好天线。有短波电台的朋友都想有架八木天线，但制作或购买以及架设都有一定的负担。有短波的朋友常常为架设天线而犯愁，其实并不难。架设一架倒V天线取材容易、制作简单、架设也方便，两个人就可以架设调试成功。

制作天线首先要考虑架设几个波段。一般使用频率最多的为3.8MHz（80m波段/3.5MHz～3.9MHz）、7MHz（40m波段/7.0MHz～7.1MHz）、14MHz（20m波段/14.0MHz～14.35MHz）、21MHz（15m波段/21.0MHz～21.45MHz）、29MHz（10m波段/28.0MHz～29.7MHz）。笔者架设的是3.8MHz、7.05MHz、21.25MHz三个波段见图5（如果你不想做DX的话，只架40m波段7MHz跟国内的电台QSO也就足够了）。这里就介绍制作三波段倒V天线的过程。

现在准备材料。$2.5mm^2$～$6mm^2$护套多股铜芯线38m长（有条件的爱好者尽量选用截面积为$6mm^2$的多股铜芯线），也可以用64丝以上胶质线来替代。按公式$L=150\times 95\%/F$计算出每半波长度，每段（边）多截15cm长，供调试SWR时修剪。具体尺寸如下：80m波段两个半波长（每边长）的天线长度各截取多段铜芯线为18.8m+15cm；40m波段两个半波长（每边长）的天线长度各截取多段铜芯线为10.1m+15cm；15m波段两个半波长（每边长）的天线长度各截取多段铜芯线为3.4m+15cm；两头带孔陶瓷绝缘子12个，也可以用胶布板、有机玻璃板或废旧电路板代替。用废旧电路板代替要去除板上的铜箔，锯成长12cm、宽3cm的长条，两端打孔如图2所示。如增加机械强度（拉力）可以两块叠加在一起使用。10cm×10cm胶木板一块，用来固定阻抗匹配器（巴伦），按图6所示打孔。自制阻抗匹配器（巴伦）一只，在NXO—100环形磁环上用Φ1mm漆包线三股并联穿绕6匝，首尾相接，接线方式见图7。有条件的爱好者可以用环氧树脂把线圈和磁环浇注起来，把阻抗匹配器做成一个密封一体化，这样既可防尘也可防水防潮。没有条件的朋友也要简单地作一下防腐处理，本人用热熔胶作简单防腐处理。不平衡输出端在板上装一只M座，平衡输入端在板上装两粒6mm～8mm的铜螺丝栓，这样在使用时方便拆接，适合野外架设电台时使用。7m～8m长的毛竹一根，在架设天线时作中间立杆使用；废旧电话线若干，用作拉丝固定；8mm膨胀螺栓6个，做固定桩。

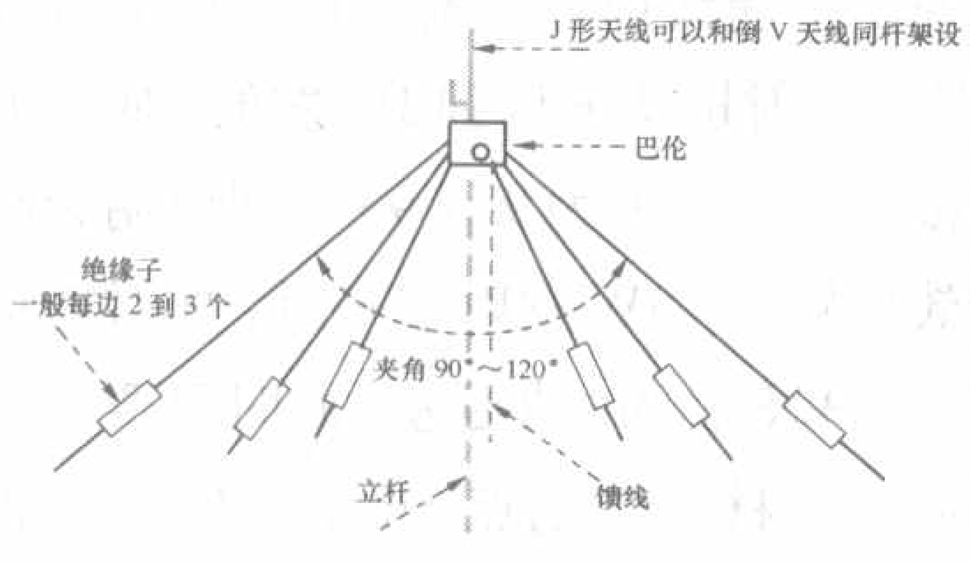


图5

架设调试

按图5所示把天线架设起来。一人扶着立杆、一人把各波段的振子按对应角度（夹角90°～120°）位置固定好。一人在室内作发射，测试SWR，一人在室外作天线长度修剪操作。发射时最好用CW方式（本人用FT-757GX Ⅱ、CW方式发射），这样输出功率稳定，测试SWR较准确。SSB方式输出功率不稳定，所以测试SWR也不准确。每个波段先找到相应的发射频率SWR最小点，如7MHz时我们选的中心频率为7.050MHz，如在发射时SWR大于2，而在7.01MHz时SWR为1.5，此时振子偏长，在7MHz振子两端向里折回5cm再试试（不要截去）。如果在7.075MHz时，SWR为1.5，在7.01MHz时SWR大于2，则振子长度偏短，可以加长振子长度试一试。反复几次调整天线长度，SWR可在1.5以下。按同样的方法把其他两个波段SWR调好，然后再统调1～3遍，使3个波段SWR小于1.5。天线调整好后把多余的线截去。按照业余无线电前辈们的经验，一般情况下SWR只要不大于2就可正常使用。附表为笔者实测的几个波段下的SWR组。

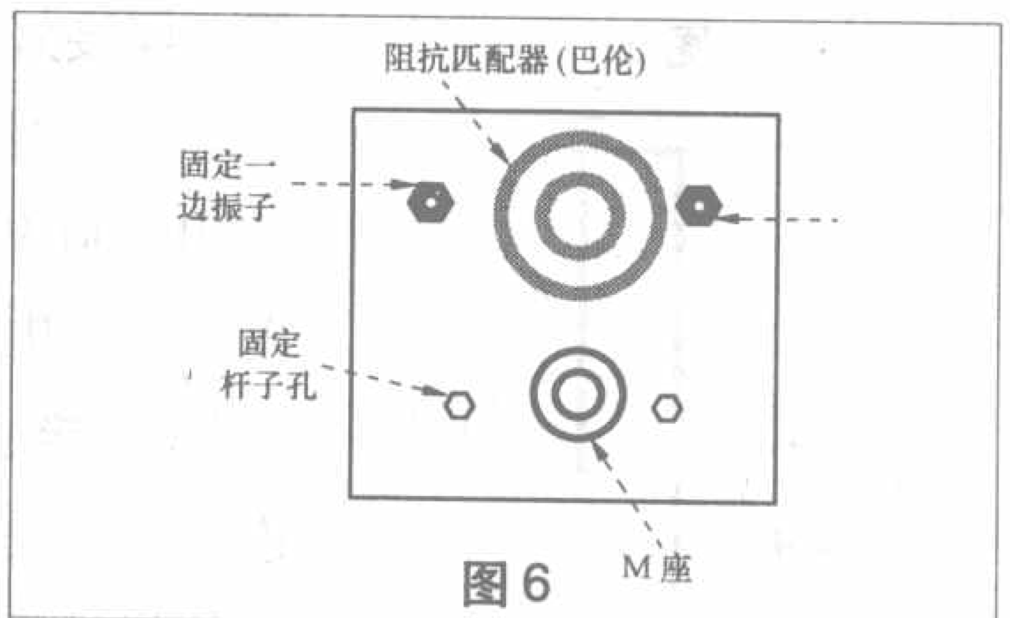


图6

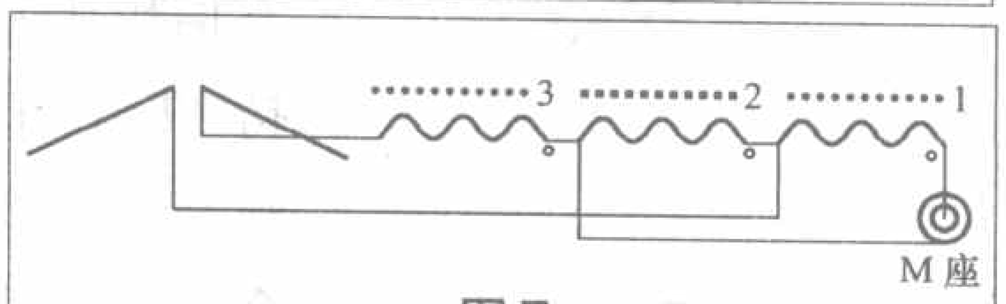


图7

附表

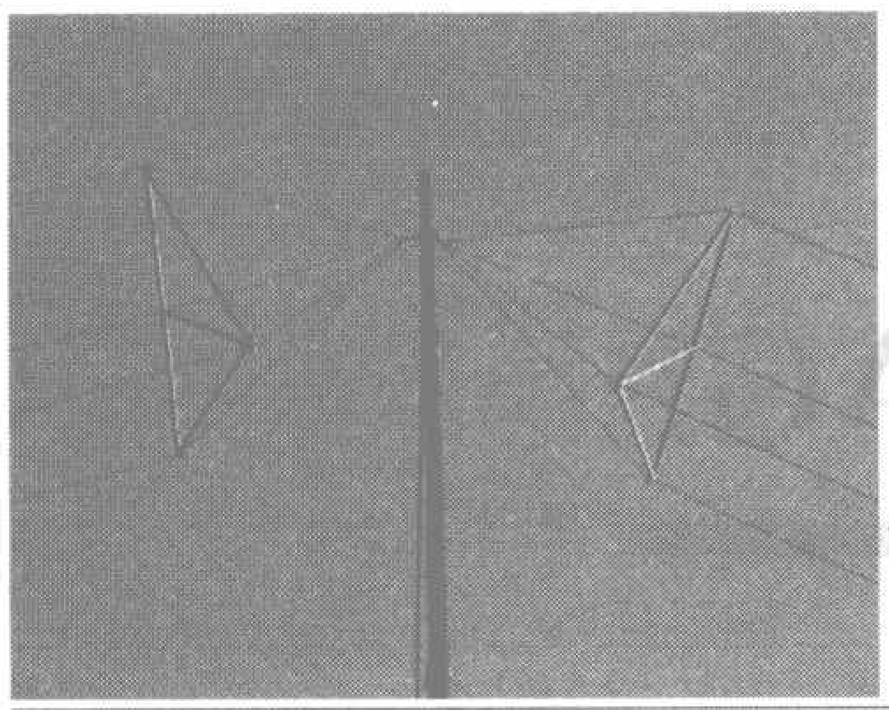
频率（MHz）	3.850	7.053	14.250	21.400	29.600
SWR	1.5	1.2	2.3	1.4	2.1

注意事项

1.测试时，在作天线振子长度调整时严禁发射，以免高频电流电击伤人；2.如果距离较远，可以借助两只手持对讲机进行发射操作测试；3.如某波段SWR调试一直大于2，可以改变振子角度（夹角）或移动绝缘子引线固定位置调测；4.J形天线和倒V天线可以同杆架设，顶端固定J形天线，在J形天线振子底部可以架设倒V天线；5.在雷雨季节时把J形天线至电台的插头拔下，用$4mm^2$以上多段铜芯线连接到大地接地极上，以保护电台设备（一定要注意避雷）。

笔者用自制的这款三波段倒V天线通联了国内外的不少HAM，使用效果良好。

www.radio.com.cn



短波三角形四波段倒V天线

文／贺欣颖（BD6BX）

笔者原来使用的三波段倒V天线，振子用的是6mm²塑套多股铜线，搬家后欲原样重装，但楼顶的形状却无法让它的“蜘蛛腿”（不同方向的6条斜拉振子）伸展到合理的地点，而且天线偏重。

思来想去，笔者决定还是重新做一副，因地制宜制作适合自己使用的天线，这也是HAM的乐趣和应具有的看家本领。

天线制作思路

此次制作天线的思路是：一是要合拢“蜘蛛腿”，同向伸展，便于架设；二是要轻一些，尽可能减少天线支杆的负荷；三是要能方便升降，以利于调整和维护；四是要有一定强度，能抗风荷；五是波段尽量多一些（4个波段，7MHz、14MHz、21MHz、28MHz～29MHz），方便到处“溜达”。基于上述思路，笔者制作了一款短波三角形四波段倒V天线，结构见图1。

选料制作

制作该天线的材料都是常见的，振子为2.5mm²的多股软铜线，各波段每一侧振子长度按预定谐振频率的λ/4计算，并要留一点余量。我选择的各波段振子长度，7MHz段10.63m、14MHz段5.26m、21MHz段3.52m、28MHz～29MHz段2.54m；振子拉绳用的是户外电话线芯线，它是铜包钢线，轻便、强度高，关键是防锈蚀性能较好；三角形支架用的是Φ20mm的PVC硬塑料管，质量要好一点的。还有一种厚壁的塑料水管，强度虽好，但重量要增加不少。管材间使用PVC胶粘接，并辅以尼龙扎带等非金属材料加固，振子支架结构见图2。该支架用于固定4个振子的相对位置，振子穿过支架孔洞的地方应将其固定，防止支架在振子上滑动，以避免天线变形影响参数；绝缘纤维板长10cm，其宽窄、薄厚以满足抗拉强度要求为准（瓷质的更好，但重量增加）；辅助拉绳也用铜包钢芯电话线，是为防止风摆造成三角形天线臂的旋转而设置的，结构见图3，因此不能与主拉绳拴在一个固定点上，天线杆为毛竹，顶端固定一个蝴蝶瓷瓶当滑轮用，穿过一根钢丝或单根铜包钢芯电话线，勾住巴伦组件，构成简便实用的天线升降系统，以便于调试和维护。成品滑轮固然好，只是金属件容易锈死，而塑料的又不耐老化。馈线采用SYV-50-7高频电缆，与巴伦连接的SL-16高频插头，固定后应在连接处涂防水胶。

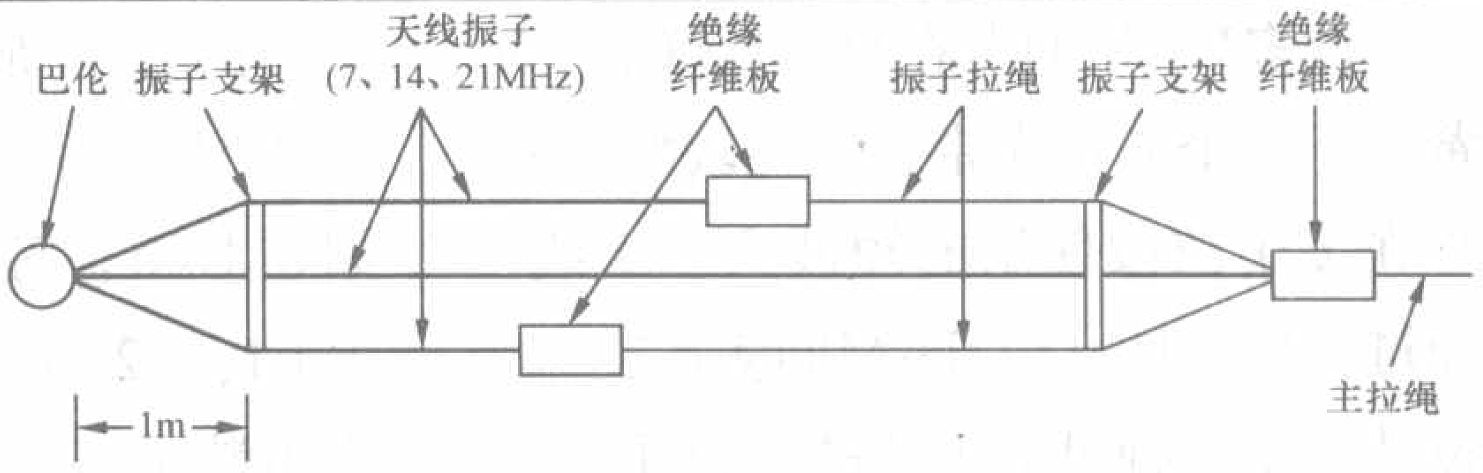


图2

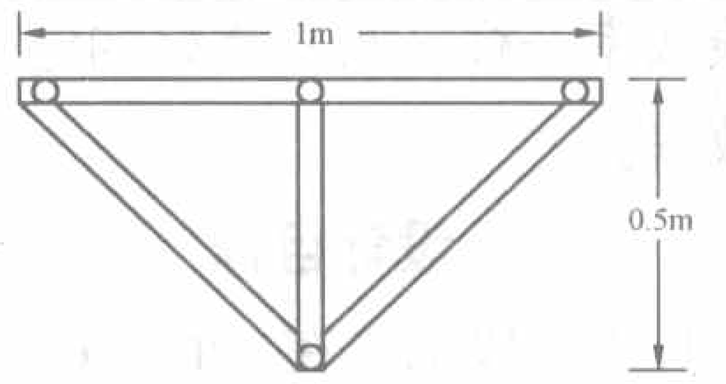


图3

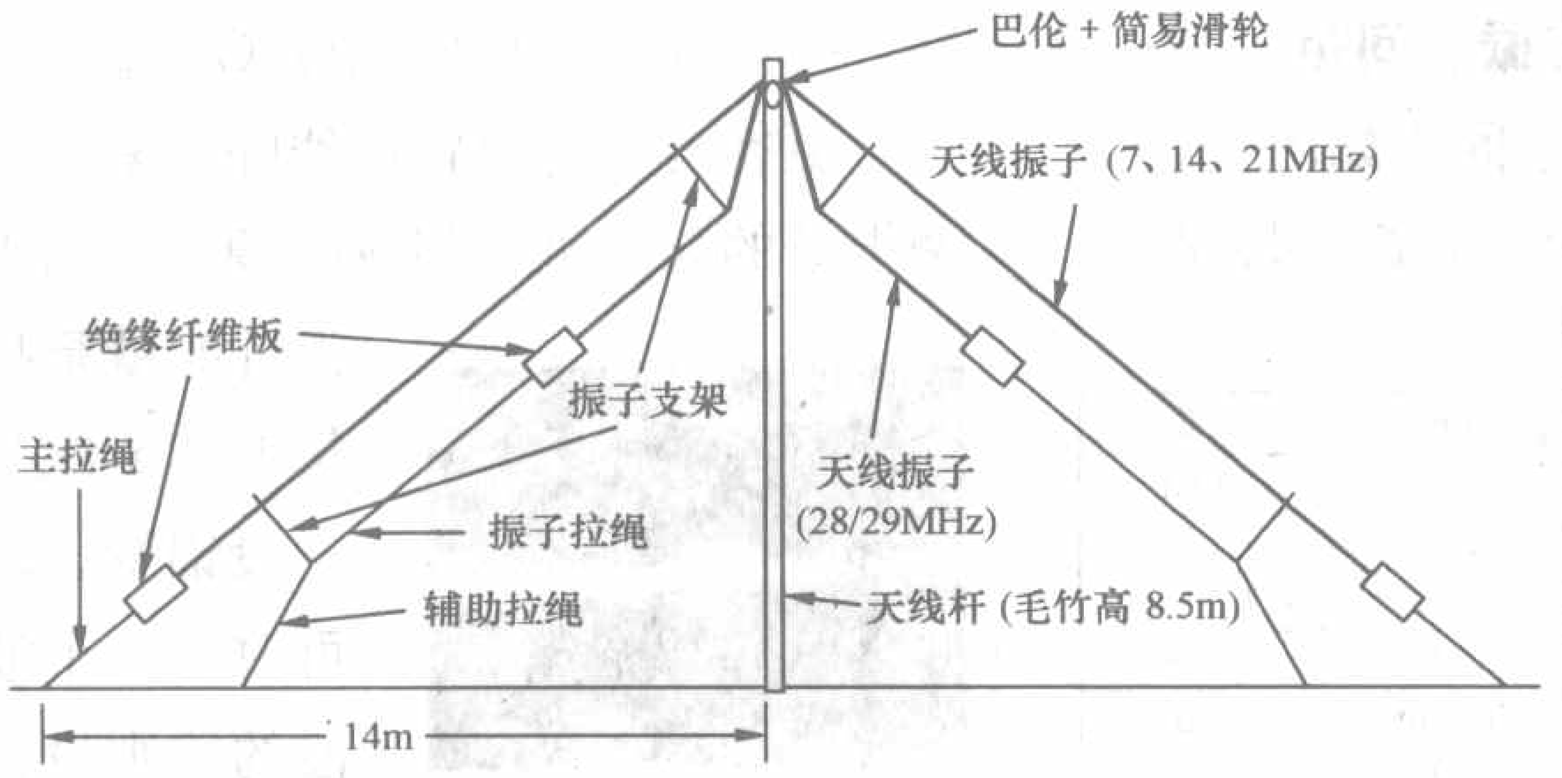


图1

制作天线要有“三心”和“二意”：选料用心，以免留下隐患；制作细心，避免留下缺陷；调整耐心，否则前功尽弃。天线的制作要有意义，天线的形式要有创意。

万事具备，只欠东风（施工）。周末笔者邀来周围几位HAM一同架设，帮忙加聚会，其乐无穷。因为轻便和没有了四面八方的“蜘蛛腿”，架设起来轻松了许多，几经修剪，算是大功告成，心情格外舒畅。

各波段谐振点的驻波比大致如下：7MHz段近似为1，14MHz段为1.06，21MHz段为1.2，28/29MHz段稍高，为2.1。估计是振子拉绳已超过该段谐振频率的λ/4，有朋友建议将振子拉绳截为约2m长的几段，连接处加绝缘子，尚需继续试验改进。各波段的谐振点可以根据个人的通联习惯选择，我选择的是7.050MHz、14.250MHz、21.300MHz、29.500MHz。该天线与FT-757-Ⅱ电台配套，经过近两年的使用，通信效果良好。我还养成了不用时将天线接地并拔掉电源插头的习惯，对防雷及保障人身和设备安全很有好处。现将资料奉献给大家，与朋友们交流和共享。架设好的天线见题图。

HF 6 波段 2 单元组合式便携 YAGI

文/陈荣标（BG7IGG）

许多HAM朋友在野外通联时，都希望有一个方便携带且性能较好、容易在多个波段使用的短波八木天线。经过我们当地几位HAM的多次交流，设计出了一种可装配式的两单元多波段YAGI天线。在实际使用上它与C3S天线效率一样，具有良好的定向性和高效率。

设计目标

1.单波段工作在 6m/10m/12m/15m/17m/20m 各波段都是全尺寸二单元。

2.装卸性能好、重量较轻、长度较短（可放在汽车的后背箱内）。

3.电性能：馈电点阻抗50Ω、耐受功率大于500W，各波段增益 G 为6dBi～8dBi，前后比 F/B 为10dBi～15dBi。

制作数据

该天线经过实验调试，取得了大量的第一手实验数据。下面对各主要部件的制作数据作一介绍，不足之处请各位同好指正。

注意：

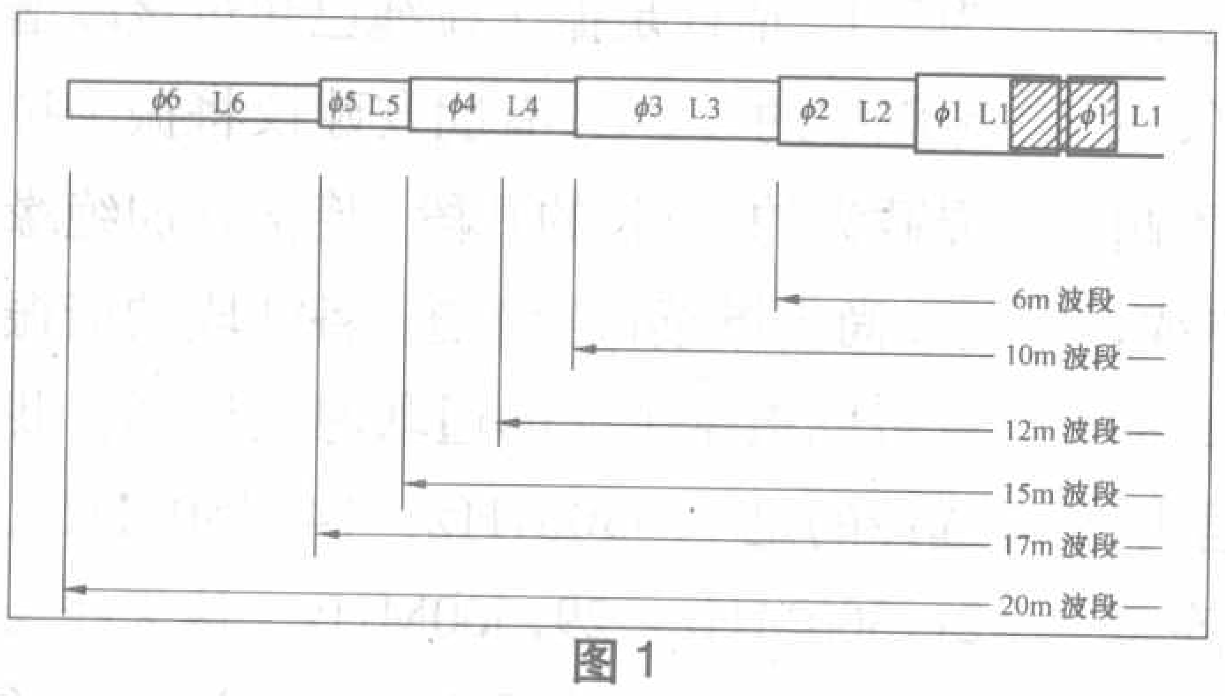


图 1

表 1

Tube No.	L1	L2	L3	L4		L5	L6
波段		6m	10m	12m	15m	18m	20m
铝管直径	Φ1	Φ2	Φ3	Φ4	Φ5	Φ6	
	25.4/24.6mm	22.2/19.7mm	18/16.3mm	16/13.7mm	16/13.7mm	12.5/10.7mm	9.7/7.5mm
Dry 标记长度	1.30m	0.70m	1.08m	0.925m=0.4m+0.525m		0.64m	1.10m
裁剪长度	1.3m	0.85m	1.25m	1.05m		0.75m	1.30m
Ref 标记长度	1.30m	0.84m	1.16m	0.975m=0.415+0.56m		0.62m	1.28m
裁剪长度	1.3m	1.00m	1.30m	1.15m		0.75m	1.35m

1.图1所示是各波段工作时所需的装配节数，如在10m波段工作，需装上L1、L2、L3，其他的就不用装上了。主振子和反射振子的节数是一样的。

2.铝管下料时应该用表1中的“裁剪长度”，而标记实际使用的铝管长度时，应采用“标记长度”。

3.主振子中间的L1段，均分为两段，中间用绝缘胶木棒连接，间距10mm～20mm。

4.振子间的套接，要在外套管的管口开一十字槽，开口长度在20mm～30mm，安装时用不锈钢喉箍锁紧，见图2。

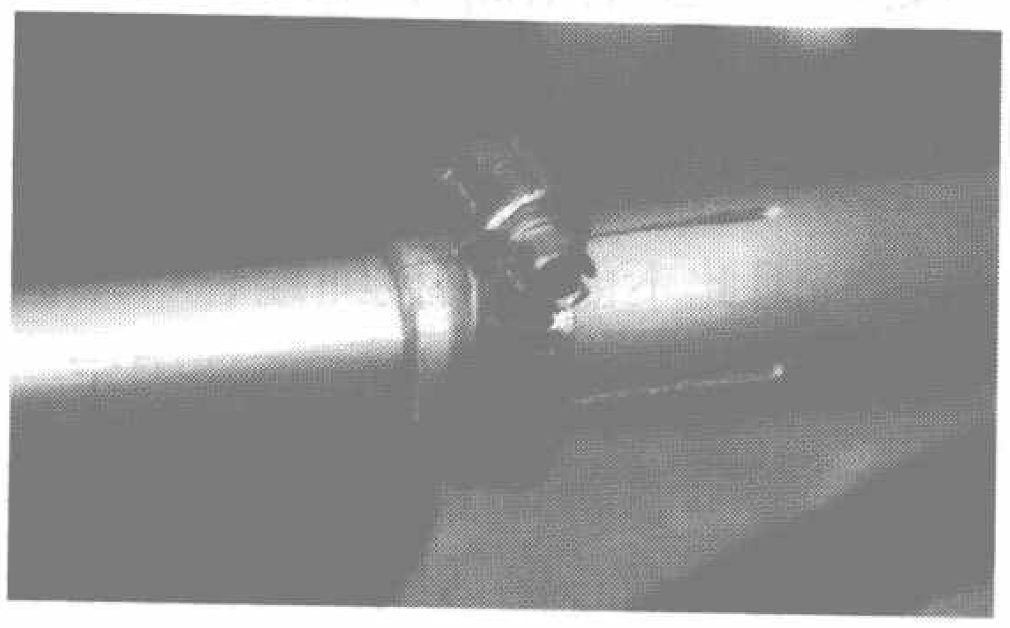


图 2

5.图1中L4为12m/15m共用，在所对应的尺寸作好标记就可以了。

横梁与振子间距

各波段振子间距如图3所示，实际制作中使用了一段直径

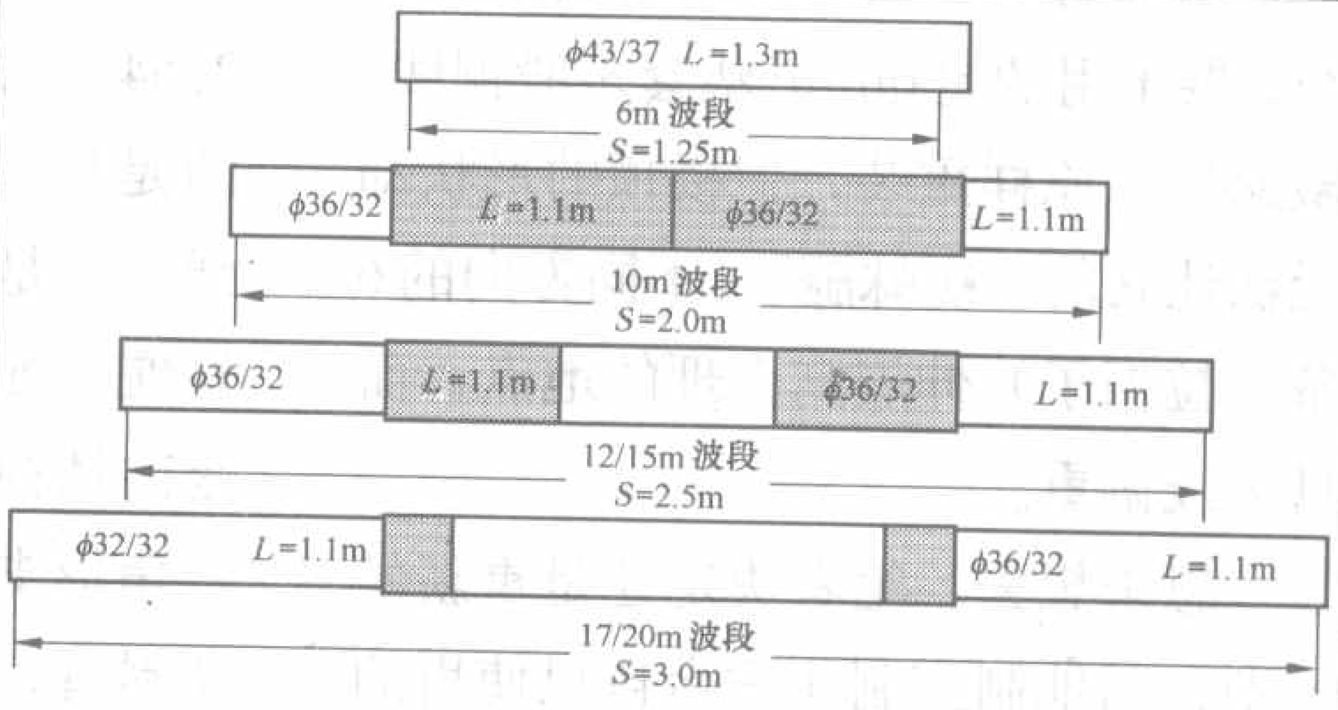


图 3

38mm/34mm和两段直径33mm/30mm的铝管套接作为横梁，可以伸缩长短，但注意套接部分要加定位栓，以便定位间距和防止滑动。

天线装配和使用

装配时要先套好横梁（6m波段只使用中间的横梁即可），并调整到已标记好的相应波段位置尺寸，紧固好后，安装到升降杆上。

两振子可先在地面上根据所需的工作波段按标记调整好长度，并用不锈钢喉箍锁紧，再将两振子安装到横梁上紧固即可。

注意：主振子与横梁之间要采用绝缘胶木板作为托盘（主振子与横梁之间是绝缘的），再用U形螺栓固定好，见图4。

完成以上工作后，接上巴仑和馈线，利用升降杆把天线摇到8m～9m高，拉好固定绳就可以QSO了。

更换波段时要将天线降下来，对两振子的长度进行相应的调整。由于设计时就是按每增加或减少一段铝管，就可改变一个波段的原则设计的，所以在实

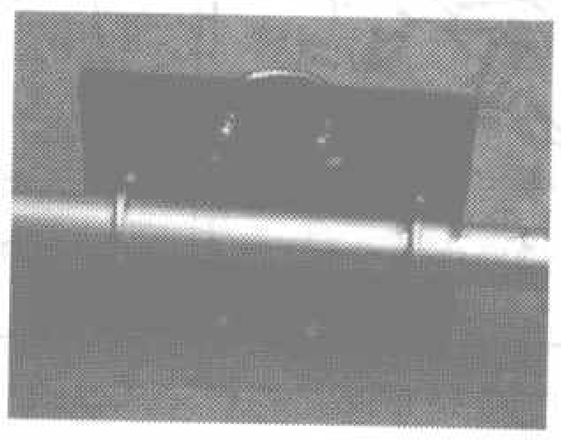


图 4

www.radio.com.cn

墙内开花墙外香

——八木天线的故事

编译/孟繁荣（BG1TEU）

1942年4月，侵略新加坡的日本军队在战场上占领了英军的一个雷达阵地，从燃烧的焚烧炉中偶然获得了一本笔记，首页写着雷达技师纽曼下士的签名，里面记有详细的笔记。这没准儿是雷达方面的手册？笔记本马上被技术班翻译后秘密地运到日本国内，兵器本部的技师官员们都期待着从这本小册子里获取对方的无线电武器方面的资料。

他们瞪大眼睛贪婪地翻阅着。但是，纽曼的笔记中频繁地出现YAGI一词的含义，谁都不明白。比如：“发信天线YAGI的空中排列决定着收信4个单元YAGI的方向”。这是指天线以什么形式设置吗？单词“YAGI”到底怎样发音？

之后，从新加坡的战俘营里，日军找出了纽曼下士。当问到YAGI是什么意思时，纽曼一脸茫然：“你们真的不知道那个词的意思吗？YAGI是发明这种天线的日本人的名字”。发问的日军军官张口结舌，令他们百思不得其解的词，居然是当时日本电气通信工程第一人，时任东京工业大学校长的著名八木博士的姓！

八木天线是1925年由当时在日本东北大学担任部长的八木秀次时年40岁的时候发明的。当时，主要利用长、中波进行大陆间的无线电通信刚刚在世界显露头脚，还没有短波广播。利用超短波和极超短波还是人们的梦想，八木正率领着东北大学电子工学系挑战梦想。一天，八木研究室里，人们将发信和收信的天线前放一个略短于半个波长的导体后，其指向性增加，即确认了导波现象。这个现象引起了八木的关注，他利用各种条件进行反复实验，终于把超短波的送收信方法进行了理论阐明。根据该理论，指向性天线申请了专利，并在《电气学会杂志》上发表。但是，没有引起任何反响，学术界视而不见。

3年后，八木在纽约召开的IRE（美国无线电技术协会）上发表了指向性天线的研究成果，得到了日本学术界难以置信的高度评价。当时八木的演讲稿刊登在《IRE会刊》1928年6月号上，给世界电气通信者留下了终于迎来梦幻般超短波时代的深刻印象。

于是正卷入第二次世界大战的各发达国家，运用八木的指向性天线原理，很快开发出了雷达。但是，那时的日本政府却忽视其重要性，没有进行深入研究。甚至在1941年，对八木提出的延长指向性天线专利有效时间的申请，政府给出的答复居然是：难以证明是重要的发明，专利无效。

翌年，在新加坡发现了纽曼的笔记。日军才开始着手开发雷达。但是，为时已晚。发现笔记的4个月后，日本联合舰队被打败，日军的大势已去。当时炸毁日本的四艘航空母舰的美军杜雷斯的轰炸机上搭载的就是八木天线，这是战后日本人才得知的。

二战以后，利用超短波进行电视广播的时代到来了。八木天线再度登上世界舞台。1952年，八木天线株式会社成立，八木秀次就任首届社长。

题图为拿着八木天线的八木博士。八木秀次发明的超短波指向性天线，由英美军队雷达手命名为“八木天线”。最初是由11根导体棒组成的，后来经过简化，在主导体棒前后设置2~3根反射器和导波器而形成今天的样子。

表2 VSWR测试数据

6m波段(MHz)	50.100	50.116	50.600	51.000
VSWR	1.1	1.0 Z=48+j0	1.5	1.8
10m波段(MHz)(低)	28.000	28.400	28.600	29.000
VSWR	1.5	1.3	1.0 Z=52−j3	1.2
10m波段(MHz)(高)	29.100	29.300	29.600	29.800
VSWR	1.3	1.4	1.5 Z=33+j5	1.7
12m波段(MHz)	24.800	24.940	24.960	24.990
VSWR	1.3	1.1 Z=52+j2	1.2	1.3
15m波段(MHz)	21.000	21.200	21.400	21.500
VSWR	1.1 Z=43−j2	1.2	1.3 Z=36+j3	1.5
17m波段(MHz)	18.100	18.150	18.180	18.200
VSWR	1.1	1.2 Z=48+j6	1.2	1.4
20m波段(MHz)	14.000	14.150	14.270	14.450
VSWR	1.2	1.1	1.2 Z=42+j8	1.5

际使用时，更换波段非常方便快捷。

使用完毕收天线时，可以将天线各段铝管按直径大小套起来。这样既可减少占用空间，也不会弄乱。下次使用时可很方便地装配。因此，良好的使用习惯也是非常重要的。

各波段驻波测试结果见表2。

在此天线讨论、设计、制作、调试过程中得到了多位HAM朋友的无私帮助，感谢他们，是他们的努力与合作才使这个天线顺利制作出来，并成功使用。

垂直天线的安装高度及地网

编译/黎一中（BG4CTL）

很长时间以来，对于垂直天线地网的安装和使用，都没有一个中文的准确说明和权威的解释。这篇文章写得很好，希望对大家有所启发。

原文来自美国stepp ir 垂直天线安装说明。

曾有不少HAM讨论过关于垂直天线的安装高度，到底是地面安装好还是架空安装好，有利有弊，我们通过表1即可了解。

一、垂直天线在地面安装

若准备靠近地面安装垂直天线，需选择足够大的地面以均匀地在天线周围敷设地网，要尽量远离树木和其他物体。将天线底部安装在离地表面0.3m以内，离地表越近越好。其次，要计划好花费工时和使用的线材量。安装时须考虑以下原则：

1.地网条数量越多，效率越高。

2.使用更多数量但短一些的地网条比使用数量少但较长的地网条效果要好。

3.若只用几根地网条，不能太长。

4.若地面条件好（这种情况并不多见），仅用几根地网条就能获得良好的效果。

我们认为在普通地面最少需安装

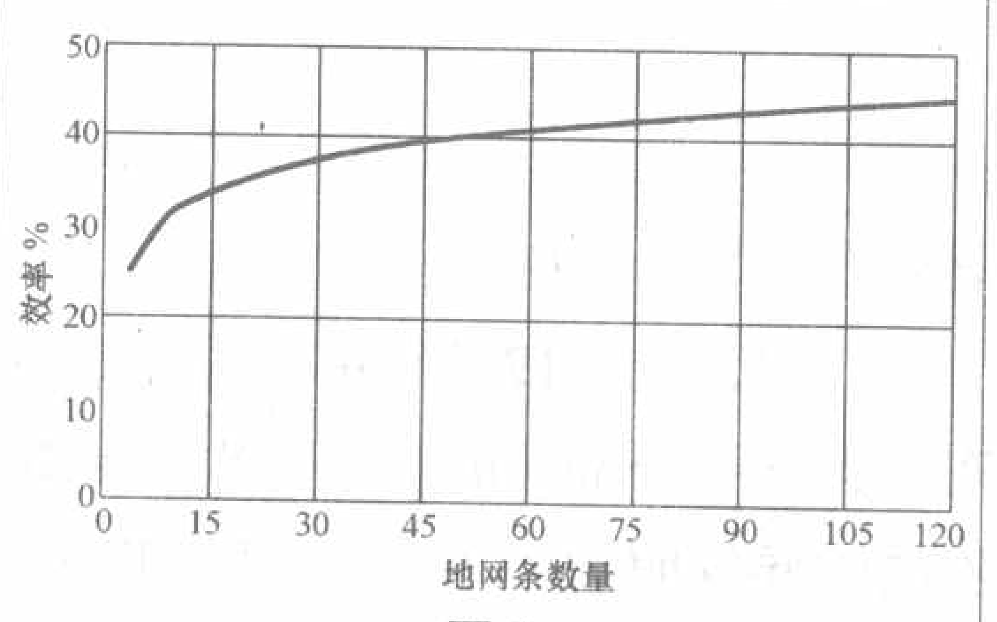


图1

4根地网条。地况决定地网系统增益的优劣，大部分地面状况较差，故地网尤其显得重要。地质越差，一个好的地网就能带来更好的增益。

图1 是Brian Edward（呼号N2MF）绘制的曲线，说明在较差地况下相对信号增益、地网条数量和长度间的相互关系。若地况良好，4根和120根地网条的增益差别约为2.5dB，而在较差地况时，差别可达到4dB。

若你只能用1/10波长的地网条，24根就已足够，再增加数量对效果的

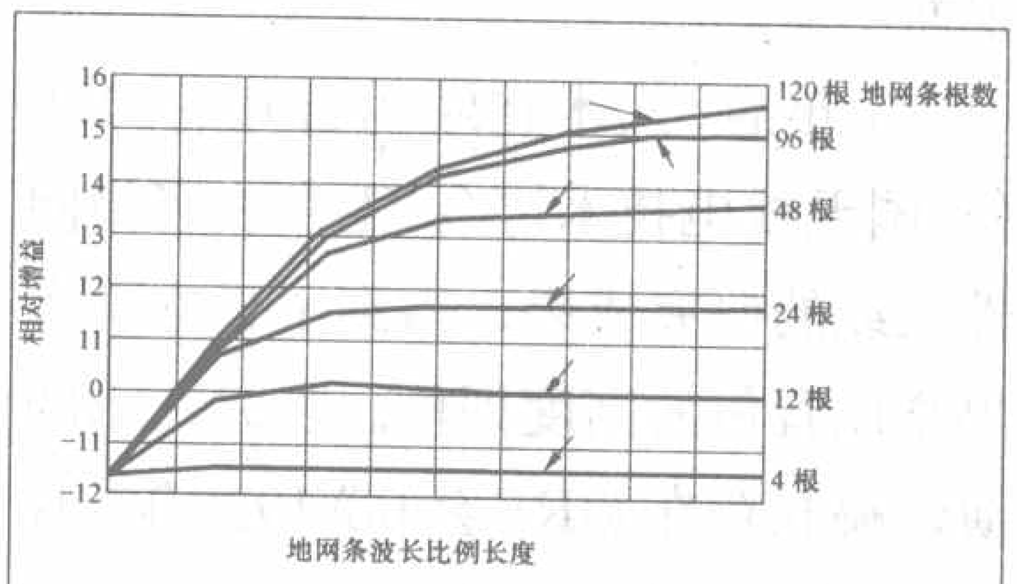


图2

改善并不明显，见图2。若在增加地网条数量的同时再将其长度适当增加，则好处将十分明显。

若你无法对称安装地网条，无需太过忧虑，它仅对天线的全向波瓣稍有扭曲，效率并不会降低很多。根据实际场地限制，应尽可能将地网条敷设成最佳样式。地网系统的设计安装有不同的方案，包括折角等。你的创造热情和决策会得到回报。请注意在地网条端部存在高压，要保证无人触及。为抗腐蚀使用绝缘包皮线材是个不错的办法，但不要将地网条埋入土中过深，通常2.5cm～7.6cm即够。

二、垂直天线采用架空安装

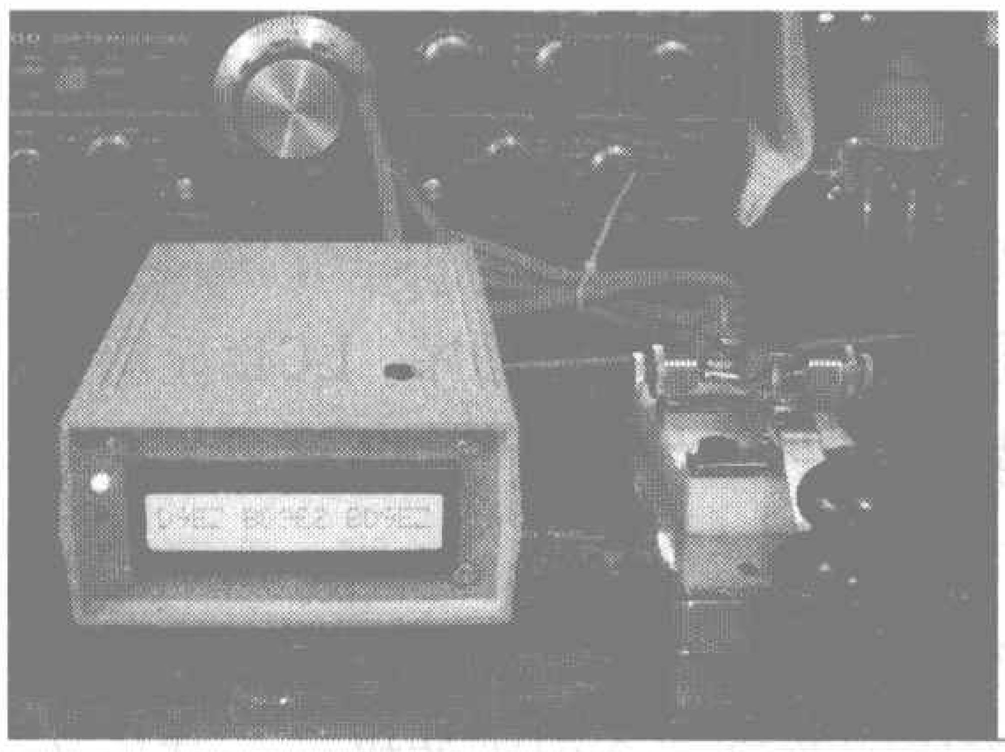
你可将垂直天线安装在离地面几英尺的高度（20m段1.22m，40m段2.44m），只用2根地网条（同样升高）即可获得相当好的性能。问题是无法完全匹配50Ω馈线。过分靠近地面会降低信号强度，特别是在地况较差时。为获得理想的匹配，我们推荐离地高度按最低操作频率对应波长的1/5设定（20m段设为4.57m，40m段设为9.14m）。当高度降到低于1/5波长时，地面损耗开始上升，除非你有良好的地况。当垂直天线从地面升高到0.3波长时，其阻抗将从36Ω（在良好的地面或天线有很多地网条的情况下，阻抗接近36Ω，在一般地面，阻抗通常为40Ω～60Ω）很快下降到22Ω，无法良好匹配50Ω馈线，此时就得想办法。

架设垂直天线时不是至少需要2根地网条吗？可将它们调整成180°排列（相对成一直线）以获得良好的效果，并尽可能伸展地网条以降低相

表1 安装垂直天线：地面VS架高

	地面安装	架高安装
利	·地网条可任意长度且全频段工作 ·架设方便 ·维修容易 ·较低的视觉外观 · 8～12根1/10波长的地网条可获得60%～65%的天线效率（最低频率的地网由一套8～12根1/10波长的地网条组成）	·用2根1/4波长的地网条可达90%的效率 ·天线“净空”条件更好，降低环境物体造成的衰减 ·金属尖屋顶本身就是良好的全频段地网
弊	·需用120根才能达到用2根地网条架高垂直天线就能获得的效率（90%） ·周围物体会降低信号强度	·每波段需2根1/4波长的地网条（会互相影响，空间位置也会影响地网条的长度） ·安装费工 ·较高的视觉外观 ·要架高防止外人碰及 ·需架高约1/5波长获得50Ω网线匹配 ·地网条至少需下倾20°以获得良好匹配 ·某些场合下，需调整和修剪地网条长度

www.radio.com.cn



DIY自己的电报译码器

文/王 东（BD9EZ）

在业余无线电通信中，CW（等幅电报）因其所占用带宽窄、抗干扰能力强、可辨度高、收发设备制作简单等特点常常被用于DX（远距离通信）、QRP（小功率通信）和自制的收发设备中。在国际上CW都采用Morse Code（莫尔斯电码）编码方式进行通信，这种编码自1844年发明以来一直使用至今，是目前通信中最古老、通用性最强的方式。很多HAM都是CW的狂热爱好者，因为较其他业余通信方式来讲，CW可以通联到更多、更远的稀有电台。和学习一门外语一样，学习莫尔斯电码需要大量的听抄收发练习，这样才能更好地掌握它，本文介绍的CW解码器是可以帮助学习莫尔斯电码的火腿更方便地抄收CW和检验自己是否能正确拍发CW的小工具。

本电路参照ARRL出版的《QST》杂志刊登的《A PIC16F84 Based CW Decoder》（一个基于PIC16F84的CW解码器）的文章和IK3OIL的实验制作。主要实现：1.监测拍发的莫尔斯电码是否正确。2.解调CW信号，直接显示莫尔斯电码。整机电路以Microchip（微芯）公司的PIC16F84A单片机为核心器件，用于信号的解调和整机控制，NE567（LM567）音频锁相环频率译码器用于提取输入的音频信号中的C W 单音信号并整形，

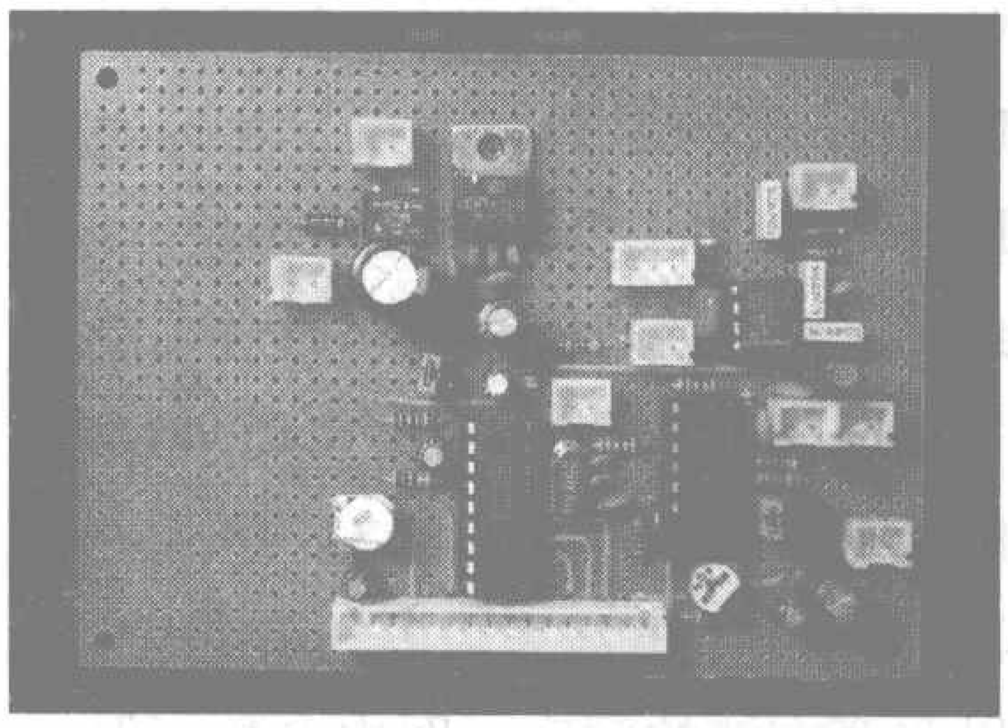


图1

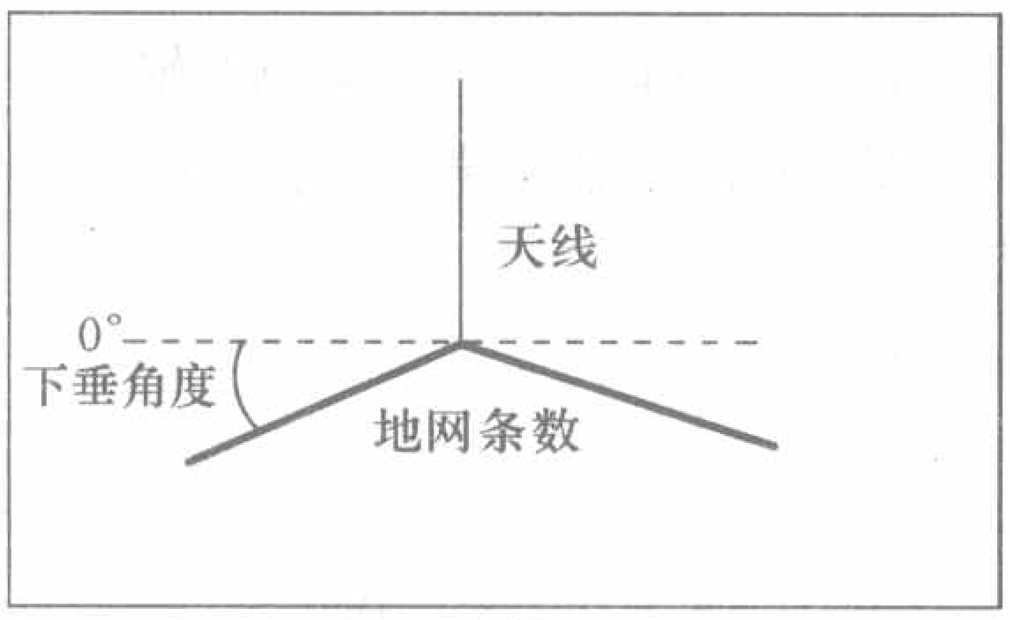


图3

表2

下垂角度	天线阻抗
0°	22 Ω
10°	28 Ω
20°	35 Ω
30°	47 Ω
40°	53 Ω
50°	55 Ω

互影响。若两地网条相距少于30cm，要想在所有波段均获得良好匹配是较为困难的。为获得对50Ω馈线的良好匹配，可将地网条向下成角度安装。增加下垂角度，天线阻抗会上升。图3是地网条下垂角对应阻抗的大致关系。

说明：下垂角大于50°时，效果反而得不偿失。

若你无法靠增加下垂角来获得良好匹配，只需稍增加天线单元长度（比出厂设定的1/4波长长度最多增加20%），阻抗即会上升。这样做会导致地网条过长，可将其稍加修剪。注意每增加天线长度2%～3%，地网条需缩短5%～7%。获得良好匹配后，需将新的天线数据替换工厂的预设值（在setup模式下使用“creat，modify”功能）。

垂直天线架设后，你也可仅保留1根谐振的地网条，此时为非全向模式，在某一方向会有−12dB～−15dB的测试读数。

三、在海面或近海使用垂直天线

若你很幸运地能利用海上码头，则一副垂直天线可具有极佳的低仰角和DX效果。只需将天线装在码头上，加上2根工作波段的地网条即可。天线可用U形抱箍直接固定在码头非金属柱子上。若将垂直天线安装在潮水涨退的海滩上也相当有效。靠近洋面可改善垂直天线的远场衰减并得到极低的发射角，应尽可能接近海平面来增强天线的性能。

由于射频电流无法穿透水平面2英寸以下，故直接耦合（将电线放入水中）较为困难。金属浮体或金属船体，只要够大，将在水中形成良好的接地系统。若使用金属船体或大型金属物体，锈蚀将不再是一个问题，因为其较大的表面可对水面直接耦合。当使用小型金属浮体（0.91m × 0.91m已足够“接入”海水）时，你需要确定的是该金属体长期不会锈蚀。若需使用长期沉浸式水中耦合，Monel合金是个较好的选择，但其价格非常昂贵。

操作提醒：使用200W或以上功率，当天线正在改变波段时不得发射，否则将引起天线盒内部元器件损坏。

表3 IR垂直天线规格

规 格	大IR型号	小IR型号
重量	6.8kg	5.44kg
最大迎风表面积	0.17m²	0.09m²
加风绳最大抗风速（2根S号）	49.7km/小时	62.1km/小时
无风绳最大抗风速	37.3km/小时	49.7km/小时
天线单元长度	9.75m	5.49m
最大耐受功率	瞬时2000W	瞬时2000W
频率覆盖（MHz）	6.9～54.0	13.8～54.0
馈线要求	4cond	4cond
调谐速度（MHz/s）	1.17	1.17
地网系统 .	需要	需要
馈电类型	根部	根部
波长	1/4-3/4*	1/4-3/4*

* 在某些波段可用作3/4波长天线

CD4093用于波形整形和侧音发生。LCD1601/ LCD1602显示模块用于译码显示。电路实物图如图1所示，电路原理如图2所示。

电路基本工作原理

在监测拍发的莫尔斯电码方式下，将电键连接在J6插座，拍发的电码信号经U3D—CD4093（4–2施密特输入与非门）的其中一组整形后由VT1驱动至J7插口。J7可以连接到发射机的电键输入口用于CW发射用。拍发的电码信号同时经U3A整形后送入PIC16F84A进行译码，最后送入LCD1601/LCD1602显示模块显示。经U3整形后的信号也同时送入侧音发生电路，侧音发生电路由CD4093内的两个与非门构成，U3B组成一个1kHz左右的方波发生器，调节RP4可以改变方波的频率，图中参数可保证频率在600Hz～1.2kHz范围调整。方波信号通过由U3C构成的开关电路经VT2、VT3驱动扬声器发出侧音。

在解调CW信号时，把接收机的音频输出连接在CZ1插口，经RP1送入NE567，NE567是常用的音频锁相环频率译码专用IC，当NE567的3脚输入信号的频率与其内部振荡器频率接近时，其8脚输出低电平。内部振荡器频率由外部接的R3、RP2和C10的数值决定，微调RP2可保证有较宽的频率捕获范围，这样即使没有接收频率微调功能（RIT、CLAR）的接收机也能轻松使用。解调后的信号同样经U3A整形后送入PIC16F84A进行译码、显示。整机供电由U4 LM7805稳压后提供，可保证输入电压在9V～16V内均能可靠工作。

元器件的选择和电路调试

本电路的器件没有特殊要求，电阻使用1/4W的，除电容C1、C2使用25V的外，其他用16V的。PIC16F84A选用尾缀为–04的即可，LCD显示模块选用1601（单行16个字符）或1602（双行每行16个字符）均可，不用更改连接引脚，只是在给PIC16F84A烧录程序时使用不同的程序，LCD显示模块分不带背光和有背光两种，其区别主要是在模块的15、16脚，无背光的模块没有这两个引脚，有些带背光的需要留意这两个引脚的极性，其他的接口顺序均一样。当外接电源电压较高时，U4 LM7805可能功耗较大，需要增加散热片。只要器件良好、焊接无误，给单片机烧录程序后上电就能正常工作。开机后调节RP3使LCD上显示“CW解码”字迹清晰，无背影，再短路电键输入接口J6，调节RP4，调节侧音频率适合监听。再用信号发生器输出1kHz、0.5V左右的正弦波接至CZ1，调节RP1、RP2使得VD3稳定亮起即可。

部分接口和调节说明

S1：码速显示开关，按下此按钮开关，显示平均码速。

J1：外接DC9V～18V电源输入。

CZ1：音频输入端口，可连接至收

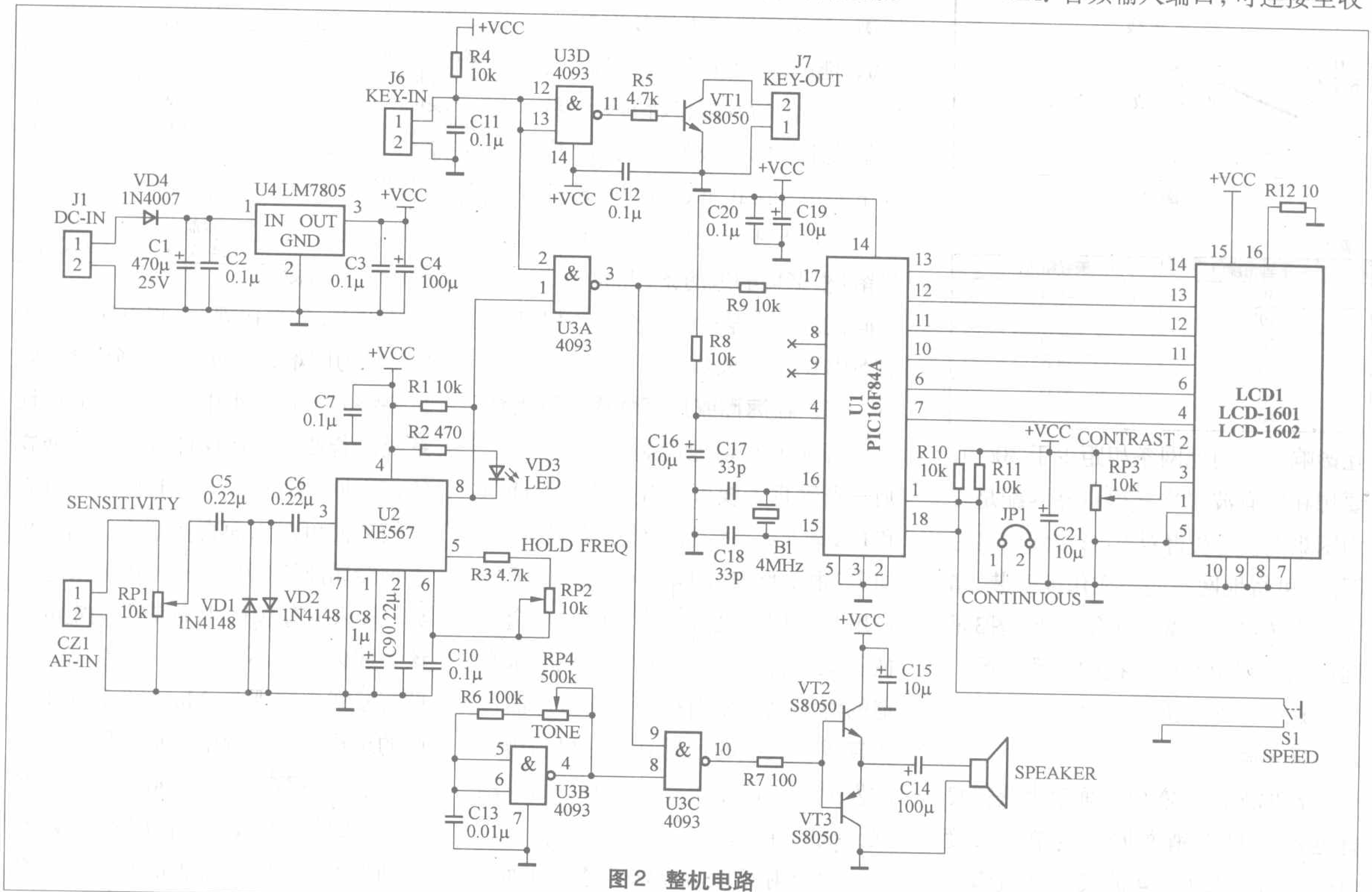


图2 整机电路

www.radio.com.cn

发机或接收机的外接扬声器或耳机输出口。

J6：电键输入接口，连接到电键。

J7：电键输出接口，连接到收发机或发射机电键输入口，适合正极性电路。

JP1 短路插头：连续无间隔解调和正常解调方式选择，断开时正常解调方式。

JP2短路插头：侧音大小选择，断开时为小音量（图中略）。

RP1：音频输入电平调节电位器。

RP2：解调同步频率调节。

RP3：LCD 显示对比度调节。

RP4：侧音频率调节。

使用方法

拍发电码练习/监测：将电键插入J6 接口，接通电源后即可进行拍发电码练习。如果需要同时进行发射，只需要将J7接口连接到发射机电键输入口即可。对于解调手键发码可能会因为发码的节奏不均匀导致解码错误，但对于练习矫正自我训练是很好的工具。

解调 CW 信号：调节接收机收到的 CW 信号，并使播放出来的音频频率在 800Hz～1kHz，并保持清晰、稳定，然后将接收机的扬声器或耳机输出连接到插口 CZ1 上，调节 RP1 控制输入的电平大小，调节 RP2 使得 VD3 跟随 CW 信号同步亮起即可。此时 LCD 上显示解调出的莫尔斯电码（如图3所示），按下S1即可显示当前的平均码速（如图4所示）。如果输入的信号噪声比较大、起伏大或输入电平过大、过小都有可能造成解码错误，使用时应注意。

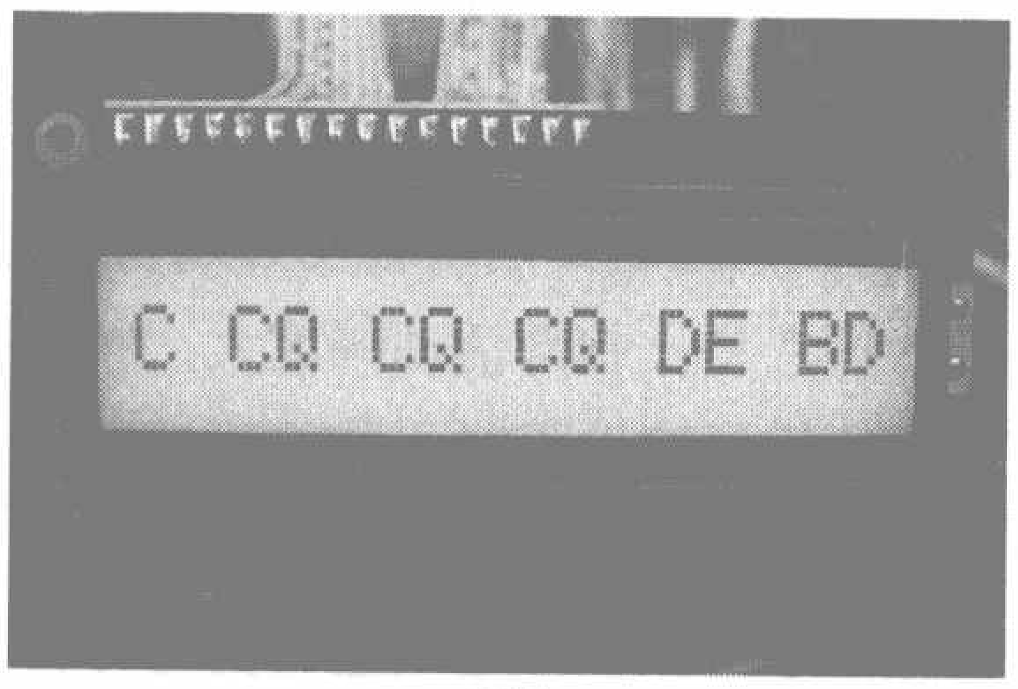


图 3

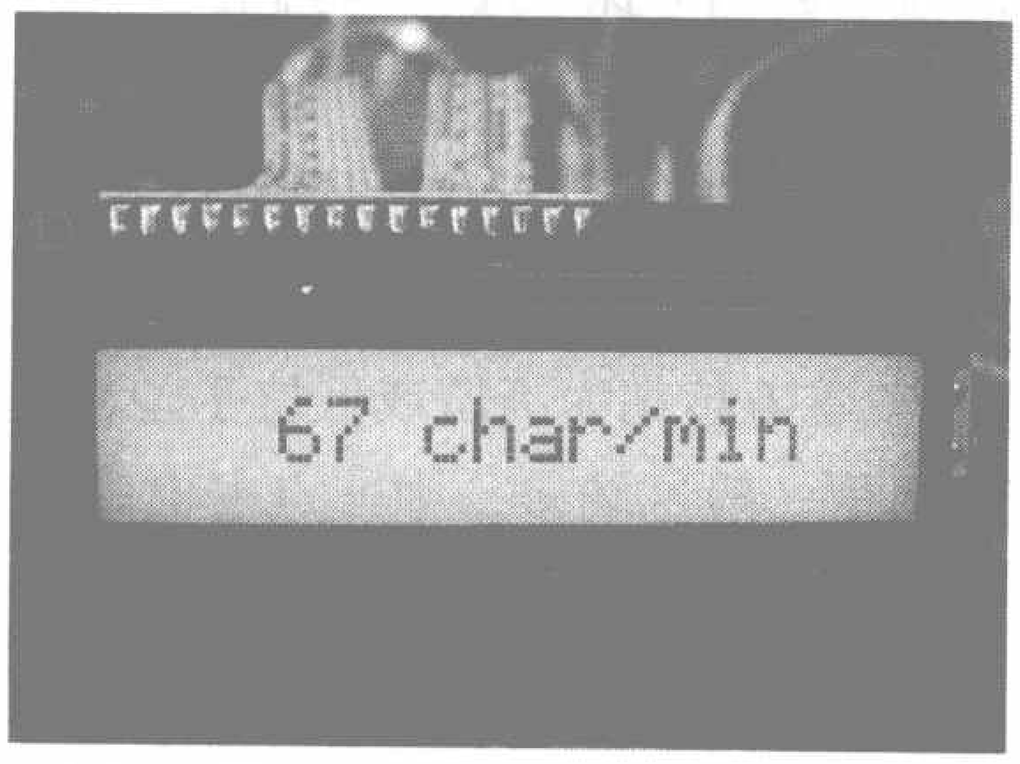


图 4

扩展功能部分

增加外接音箱选择功能：对于需要同步收听的朋友可以将电路更改为如图 5 所示的连接方式。在电路上增加一个插座和单刀双掷开关，这样可以方便地切换扬声器的方式。通过切换S2可以选择扬声器是播放接收的声音还是侧音，对于有外部扬声器材如 FP－757HD 的朋友，将音箱的插头插到 J2 即可，大家可以根据需要作更改。

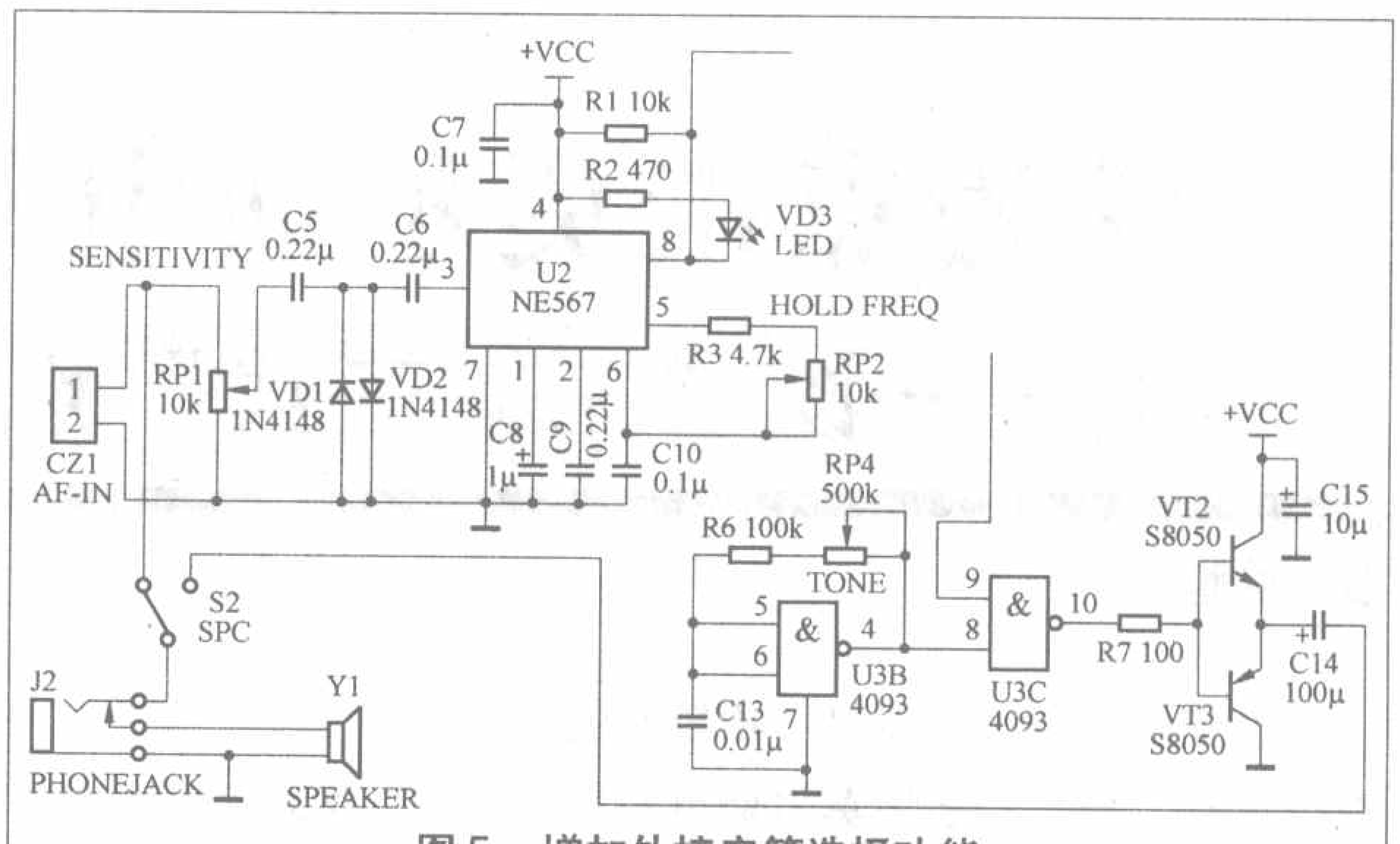


图 5 增加外接音箱选择功能

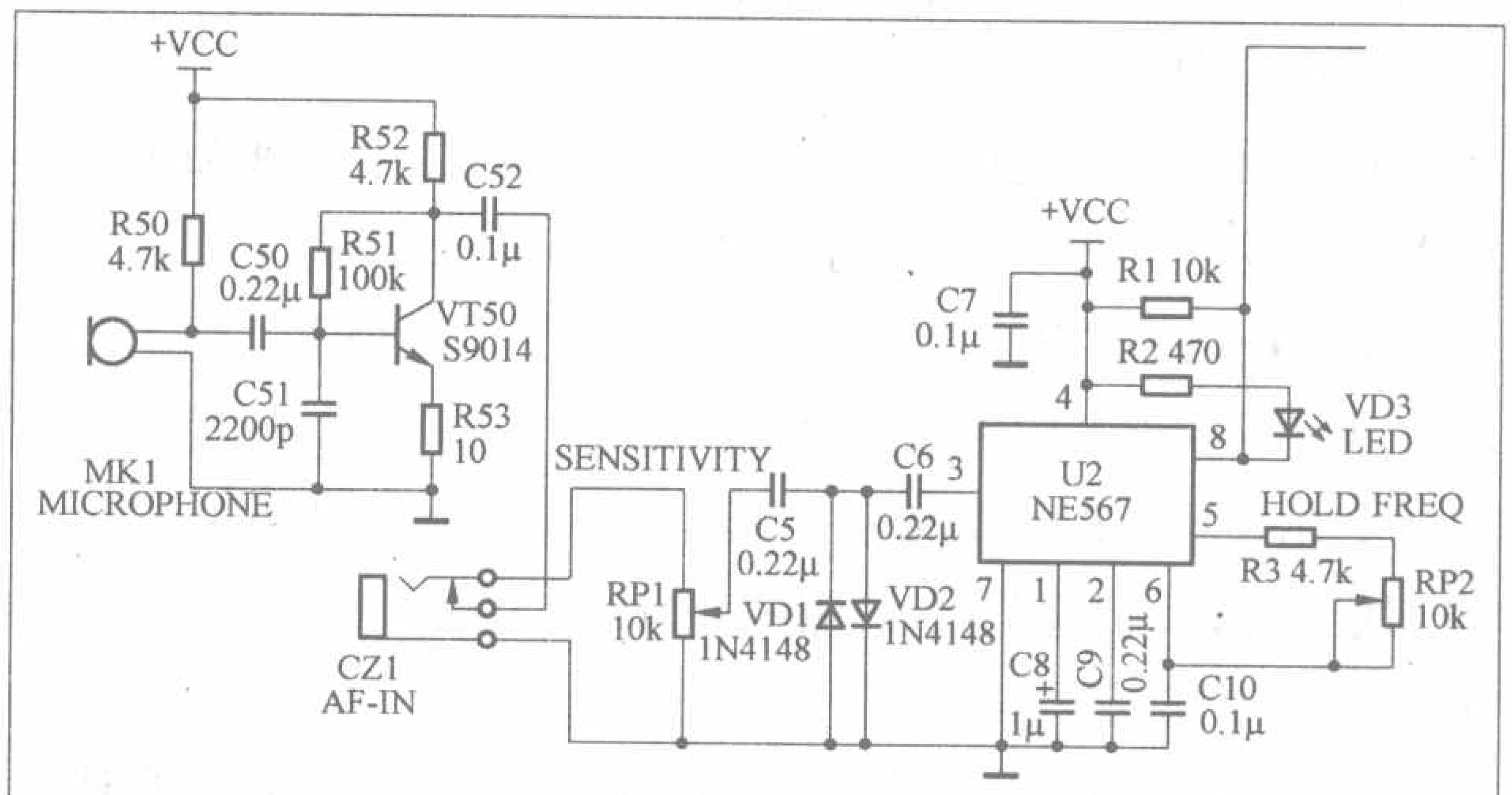


图 6 增加话筒拾音解调功能

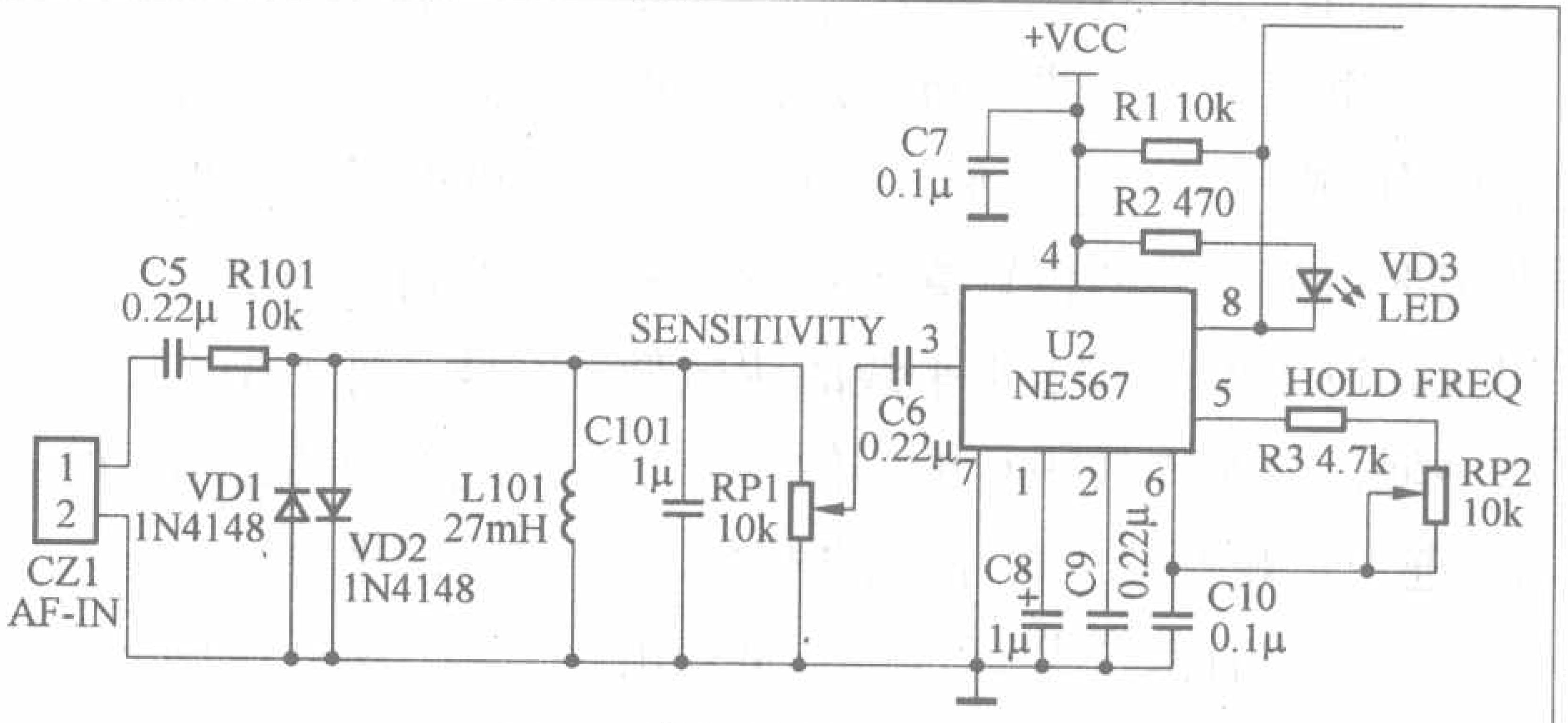


图 7 增加窄带滤波功能

增加话筒拾音解调功能：有时候连接扬声器输出并不是很方便的事，如果能用话筒对着扬声器直接拾取音频信号则很方便，其实只需要增加一个话筒放大电路就能实现这种功能，可以参考图6所示电路。当然，因为是外拾音，所以环境的噪声容易干扰正常的解调，使用时稍加留意。

增加窄带滤波功能：电路如图 7 所示，在原音频输入电路中加入 R101、L101、C101 组成无源带通，可有效地减小无用信号的干扰，无源带通的中心频率1kHz左右，这样RP2调节到 1kHz 左右同步即可。

以上的扩展功能方案只是抛砖引玉，大家可以在DIY 中按自己想法更改电路，创作出具有自己特点的 DIY 作品！需要本电路PCB图的读者，可在本期配刊光盘的本文目录中找到。

成为点击莫尔斯电码的能手

——谈“三、三线”点击法

文 / 徐世兴

手控电键发报技能是一项较难的训练项目。我是一名老莫尔斯电码发报教练，在多年任教的实践中研究总结了莫尔斯电码“三、三线”点击法。如今我已76岁，仍能运用“三、三线”法清楚、正规、流利地点击莫尔斯电码。

什么是“三、三线”

我们看到许多优秀的手键操作员，点击莫尔斯电码时点划流利、间隔均匀、快慢自如，但他们的手型(姿势)并不一样。如果以键梁为水平线，可以看出，有的操作员腕部用力在水平线的上方，有的用力在水平线的下方，而多数的用力与水平线平行。这三种现象称为：腕子高、腕子低、腕子平。我把腕部用力活动的位置高于水平线的叫做高位手型，低于水平线的叫做低位手型，与水平线平行的叫做平位手型。进一步观察这三种手型的用力，可以发现它们有两个共同点，一是点击时腕部没有前推后拉和外张里斜的毛病，二是用力都活动在“三、三线”上。所以尽管点击手型有差别，由于用力没有变化，都能发出好听的莫尔斯电码。

要证明手型有差别，而用力没有变化，就要从“三、三线”谈起。“三线”，就是发报时腕部用力的上水平线、水平线和下水平线。“三、三线”就是三种手型在低速、中速和高速发报过程中，腕部活动的幅度显示出三条不同的幅度线(见图1)。根据腕部在三条水平线上显示的用力幅度，我把它们叫做低速“大三线”，中速“中三线”，高速“小三线”，这就概括了从低速、中速到高速发报整个过程中腕部用力的规律，也体现了发报速度由低到高，腕部活动幅度由大到小，幅度的频率由低到高，“三线”的距离由大到小的变化关系。因为“三、三线”是三种手型在三种速度的发报过程中腕部活动显示出的三条幅度线的总称，所以把它叫做“三、三线”点击法。

实践证明，手键操作员在点击电码中，都离不开“三、三线”，否则就会出现点不均、划不匀、速度不稳等毛病。我们平时看到的腕部下打反弹不到线、前推后拉不稳定、外张里斜不垂直等现象，就是因为没有严格按照“三、三线”用力所造成的。

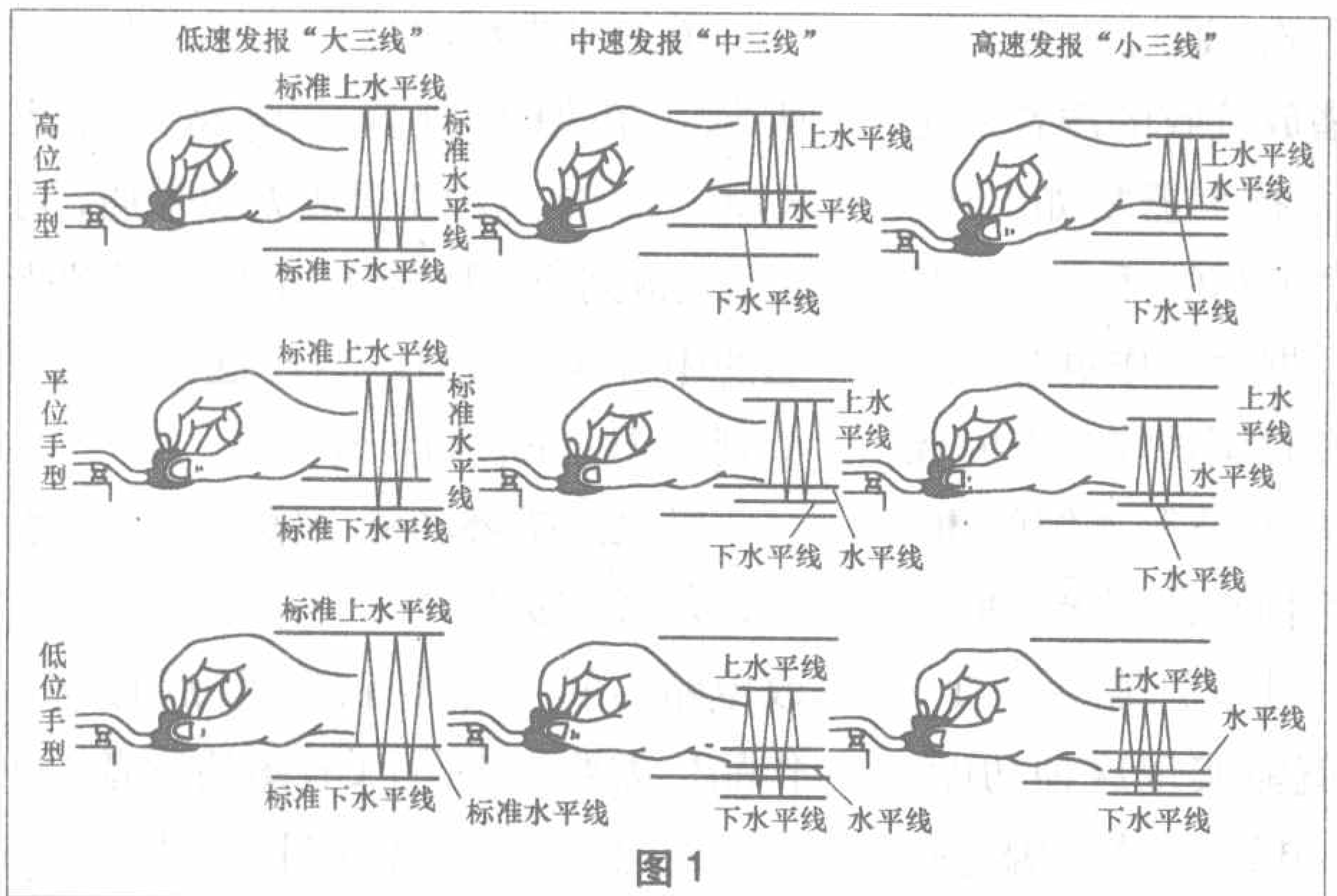


图1

怎样运用“三、三线”

低速“大三线”，也叫平位手型，这是基础训练阶段的基础手型。握键姿势必须正规，用力要领必须正确，腕部活动幅度必须明显。它的特点是：腕部活动幅度大，频率低。我把低速发报时，腕部活动的三条水平线，叫做标准线，平位手型也叫标准手型。发报速度通常为每分钟阿拉伯数码分速60码~80码。

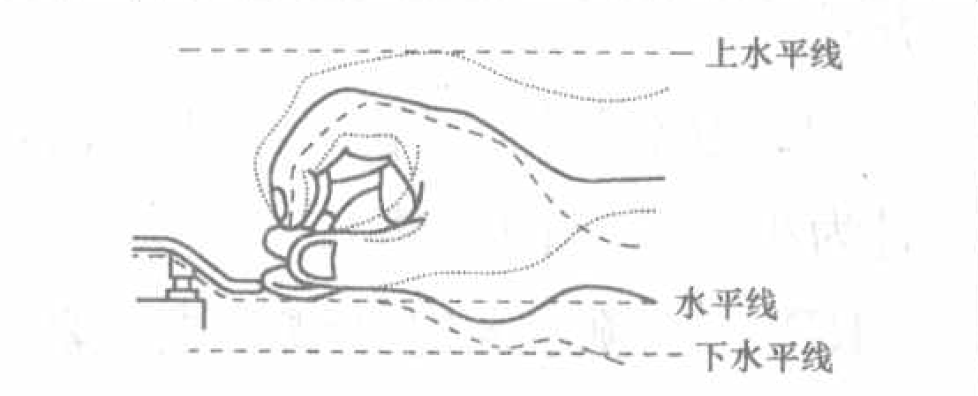


图2

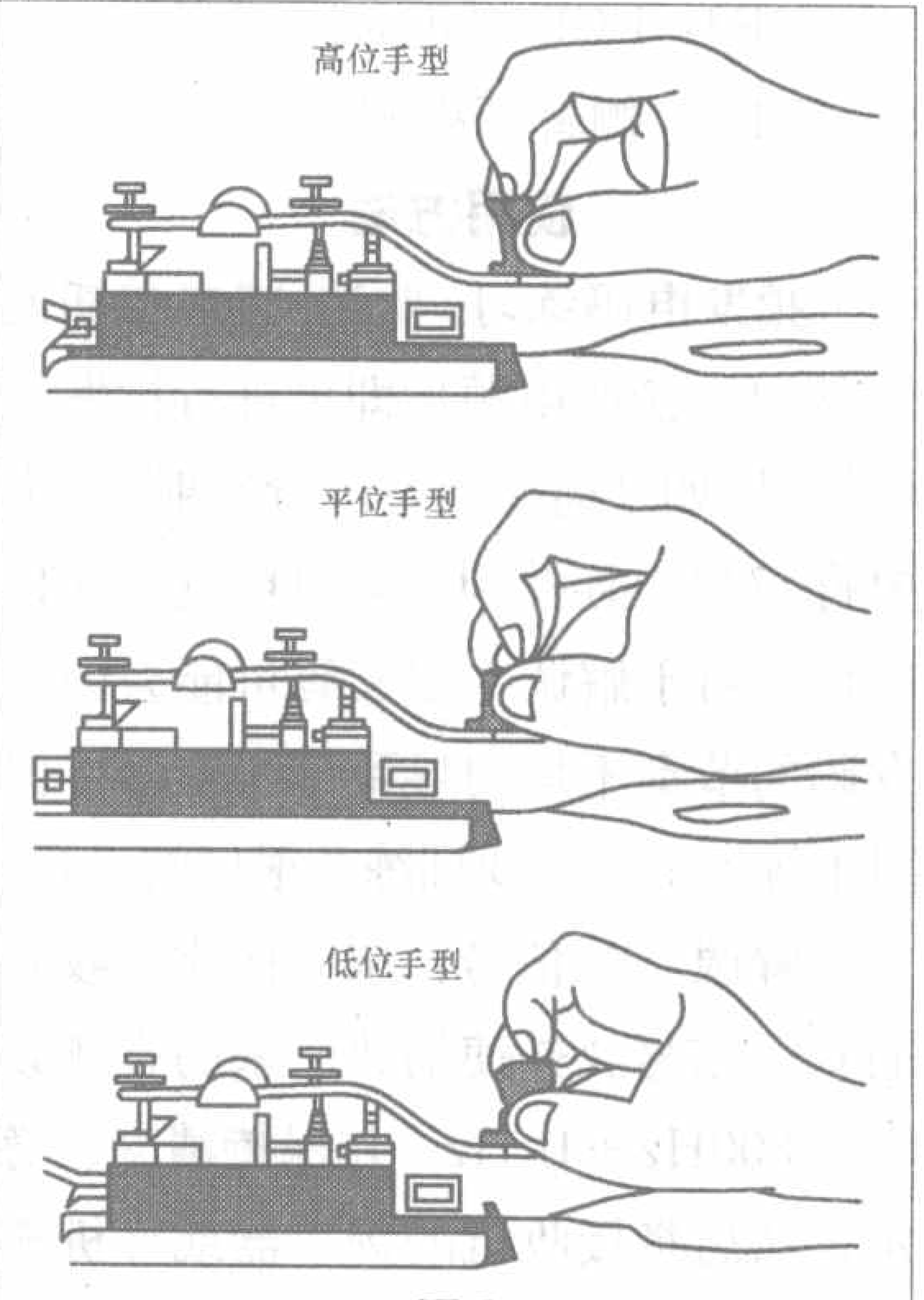
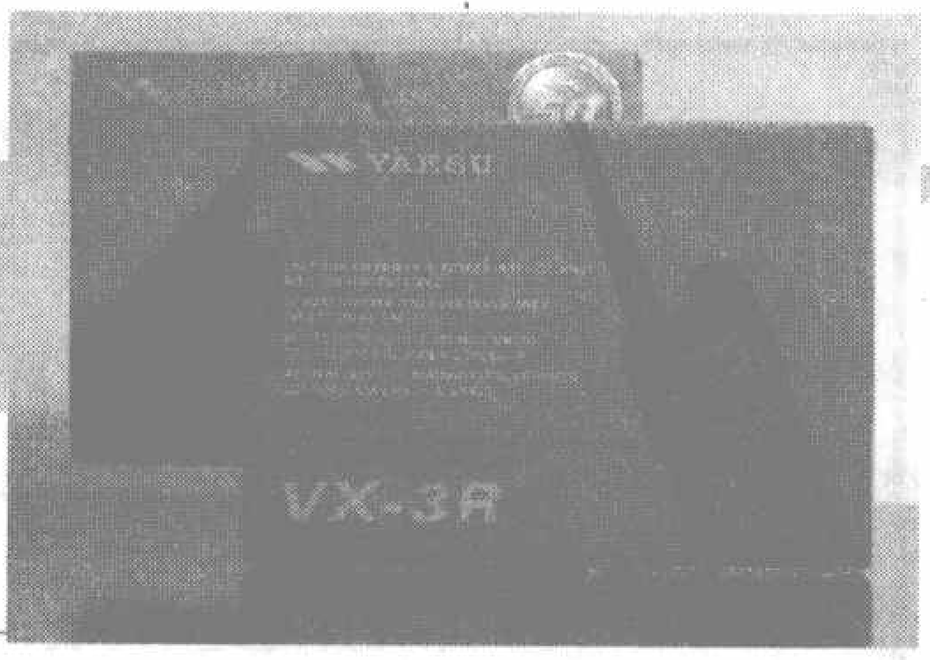


图3

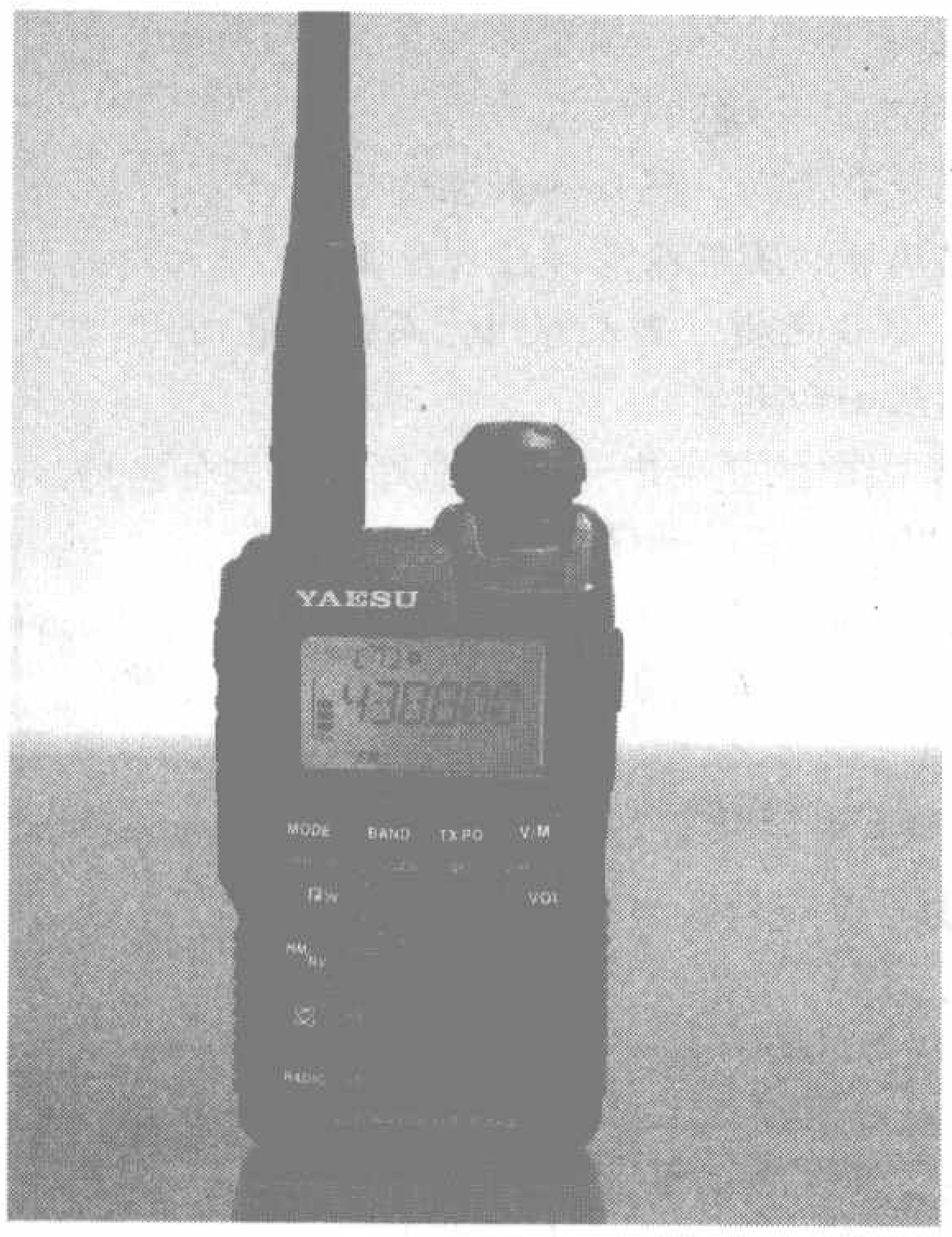
中速“三、三线”，根据手型特点和指腕力的结合情况，经过一段时间训练后，就会从低速的平位手型(标准手型)逐渐转化为高位或低位手型，高位手型一般比较多。中速点击电码腕部在“中三线”的位置是：平位手型，上至稍低于标准上水平线的位置，下至稍高于标准下水平线的位置，水平

www.radio.com.cn

八重洲 YAESU VX-3R 新机发布



文/黎　海（BD7PA）



日本八重洲公司（YAESU）在2007年6月份，正式发布一款新型的微型业余手持电台，型号是VX-3R。在经历长达10年的微型业余机制作经验的积累和沉淀后，从一代的VX-1R到二代的VX-2R，再到如今的VX-3R ，这已是八重洲公司十年磨一剑的第三代产品。

要说VX-3R有必要从VX-1R说起。第一代产品VX-1R在1997年问世，当时可谓震惊整个业余无线电设备业界，领先的微型电子技术设计和应用、史无前例的微型外观整体设计、内置专用微型锂电池电源系统及VHF/UHF 双频段收发、宽频带接收范围成为了当时一时无量的神话，可惜，毕竟还处于首创研发的初期阶段产品，VX-1R微细的发射功率和不足的性能、无法兼容的电池系统，很快便被用户的不满呼声所淹没。八重洲随后在2003年便推出直到现在还市场拥有量极大、广为人知、好评如潮的第二代产品VX-2R，虽然，八重洲的老对手也在这个时候才推出一款竞争机型“试水”，但就BD7PA实测、实机比较后，从人机界面到功能设计考虑，还有些距离。

如今2007年，在VX-2R的基础上，重新设计打造的第三代产品VX-3R，凭借强横的设计生产经验，强劲功能再下一城，已经远远抛离了老对手的干扰和竞争可能。这款机型与二代VX-2R外观相近，在保留二代好评如潮的全部优点基础上，凭借现时的领先科技及技术力量优势，完全重新设计机体内部电子线路及功能架构，在体积几乎不变、性能特性不变的情况下，在VX-3R的机体内增加一台FM/AM双频段的调频、短波广播接收机，实现了广播接收和业余无线电通信双通道并行操作的特性。在业余通信器材业界中，八重洲率先采用了增加内置天线和外部耳机天线的可选择天馈系统（后者的应用属首次采用）。

笔者认为，VX-3R保留了VX-2R近乎全部优势，并改进垢病，推陈出新，以其新技术优势重新设计和改造，并适时加入了FM/AM广播专用接收机功能、专用广播接收天馈系统、双立体声FM接收功能和专用的普通3.5mm耳机插座，满足了消费者的心理，这都是八重洲公司罕有的人性化设计（这里请原谅笔者用上这样的定性描述，但如果你是一位多年的业余无线电爱好者，便会深深体会到其中个味）。早在N年前手机便已经加上了各种各样的娱乐功能，业余无线电爱好者同样也是消费者，娱乐功能的引用完全符合消费者的需求、使用习惯以及期望心理。如今在VX-3R的推动下，相信业余无线电手持电台会一马当先，进入娱乐、业余应用“互利互让”的双赢局面！

线与标准水平线的位置一致；低位手型，上至低于标准上水平线的位置，下至低于标准下水平线位置，水平线低于标准水平线的位置；高位手型，上至与标准上水平线的位置一致，下至接近标准水平线的位置，水平线高于标准水平线的位置。发报速度通常为每分钟阿拉伯数码80码～100码，这是练习手键发报技术的一个较长时间的练习阶段。

高速“小三线”，操作员腕部以微小的颤动点击高速电码的阶段，腕部活动幅度小，频率高，手型的差别也较明显。因此，三种手型腕部活动在“小三线”的位置应当是：平位手型，腕部活动在“中三线”标准水平线上下的位置；高位手型，腕部活动在“中三线”该手型的水平线上下的位置；低位手型腕部活动在“中三线”该手型的水平线上下的位置。由于中速“中三线”练习时间较长，三种手型腕部活动的位置已经定位，所以，进行高速发报时，三种手型水平线的位置一般不会有高低移位的变化，只是腕部的活动比中速发报时幅度小、频率高。高速发报时，腕部活动的三条线用肉眼看不清，但实际上是存在的。高速发报的速度一般在每分钟110码～140码，超过140码为快速发报，是无线电运动员或教练员的水平。

2007年三级《业余电台操作证书》考核试题

一、选择题（每题4分，多选、少选、错选均无分）：

1. 下列说法中符合我国业余无线电法规定义的有：(　　)

1：个人业余电台是进行自我训练、相互通信和技术研究的工具

2：个人业余电台可以在设台人管理下成为周围爱好者进行通信发射实验的工具

3：个人业余电台在得到相关无线电管理机构工作人员的口头同意后即可使用

4：个人业余电台可以为尚未取得执照的爱好者播发信息或训练用的信号

2. 若某持有三级操作证的爱好者在BD1IN业余电台上进行操作，以下说法正确的有：(　　)

1：可使用二级操作权限进行发射

2：须使用BD1IN呼号进行呼叫

3：仍必须使用三级操作权限进行发射

4：不可以在非本人设置的业余电台上进行操作

3. 某爱好者利用业余时间研制了一台业余无线电收发信机，依据我国法规，阐述正确的有：(　　)

1：必须持有业余电台《操作证书》

2：研制过程中不可以私自进行实效发射试验

3：属于研制过程中的实效发射试验，不必报告

4：实际使用时，应获得无线电管理部门批准

4. 我国允许三级业余电台操作的频率包括：(　　)

1：7.020MHz～7.070MHz　2：14.250MHz～14.350MHz

3：28.500MHz～29.200MHz　4：144.000MHz～145.800MHz

5. 我国业余无线电台活动在“文革”中被迫中断，哪一年国务院正式批准恢复开展活动：(　　)

1：1993年　2：1992年　3：1984年　4：1981年

6. 例如BG1IN准备广泛呼叫，下列方法中正确的有：(　　)

1：CQ CQ CQ，这里是BG1IN呼叫

2：打开收发信机，立即呼叫CQ

3：先守听一会，确认频率无人使用再呼叫CQ

4：CQ CQ CQ，这里是BG1IN呼叫北京电台

7. 假如某业余电台听到其它两个业余电台正在谈论升级发烧音响的话题，很感兴趣，也想加入讨论，正确的做法有：(　　)

1：拿起话筒直接发表看法即可，但必须先报出本台呼号

2：大功率报出本台呼号，以免因某一方正在发射而使另一方听不到自己

3：听到一方概念不正确，可能造成误导时，立即喊“紧急插入”

4：非业余无线电话题，不应加入讨论

8. 在什么情况下，业余电台可以不报本台呼号就发信：(　　)

1：没有同其他电台建立联络以前

2：在试验发信设备和数据通信时

3：在应急通信过程中

4：任何时候都不允许

9. 两部对讲机进行通信，一部发射频率在438.500MHz，接收在144.950MHz；另一部接收在438.500MHz，发射在144.950MHz，则这种通信方式称为：(　　)

1：同频双工　2：异频双工　3：半双工　4：异频单工

10. 负责无线电监测和查找的部门有：(　　)

1：中国无线电运动协会　2：国务院有关部门的监测台站

3：各级无线电监测部门　4：国家体育总局

11. 关于QSL卡片描述正确的有：(　　)

1：QSL卡片应包含有清晰、醒目的本台呼号

2：QSL卡片一旦填错，不能涂改，应作废重填

3：收听卡片中，CLG是指：别人呼叫你而你没有回他

4：QSL卡片必须双面印刷

12. 我国把全国范围内的业余电台按其地理位置划分区域，用0～9十个数字表示。“9”代表的地区有：(　　)

1：青海、贵州　2：甘肃、陕西

3：青海、宁夏　4：湖南、四川

13. 呼号为BG8IAA的业余电台的位置在：(　　)

1：四川省　2：贵州省　3：广西区　4：重庆市

14. 如果你正在同某业余电台联络中听到有人呼叫MAYDAY，你应该如何处理？(　　)

1：立即停止联络，转为守听

2：尽快与该台取得联系，并将其情况通报政府有关部门

3：告诉他这个频率已有人占用，请他转到其他频率呼叫MAYDAY

4：与自己的联络对方一起改到别的频率继续联络，让出频率供其使用

15. 下列缩语在通信中分别代表什么意思。GLD、LOG?(　　)

1：女孩、标识　2：高兴、日志

3：金色、长久　4：好的、对数

16. 若收到某业余电台话音噪声大，不能完全辨别内容，且信号表场强表没有显示，则正确的RS信号报告为（　　）

1：30　2：21　3：11　4：信号59但有70%背景噪音

17. 一次完整的通联，至少应该包括的内容（　　）

1：双方都抄收了对方的呼号、确认交换QSL卡片

2：双方都正确抄收了对方的呼号、问清了对方的姓名

3：双方都交换了信号报告、确认交换QSL卡片，相互报告电台的位置和各自所用的设备

4：双方都正确抄收了对方的呼号、交换了信号报告、将这次通联情况正确记录在电台日记上

18. 以下关于无线电波的说法哪些是正确的：(　　)

1：业余无线电波段是业余无线电爱好者使用的波段

2：频率的基本单位是兆赫，波长的基本单位是英尺

3：波长等于无线电波传播的速度和其频率的比值

4：无线电波在空间的传播速度是每秒30万公里

19. UTC时间与北京时间之间的正确关系有：(　　)

1：0300UTC相当于北京时间次日19：00

2：UTC时间05：15相当于北京时间前一天21：15

3：0800UTC相当于北京时间当日16：00

4：2100UTC相当于北京时间次日03：00

20. 根据法规，个人业余电台可以从事下列活动：(　　)

1：对违法干扰不予理睬，收集相关信息向无线电管理部门报告

2：在空中定时举办业余无线电知识讲座

www.radio.com.cn

2007年二级《业余电台操作证书》考核试题

第一部分：通信法规基础知识：（共10题，每题2.5分）

1．无线电频谱资源属国家所有，国家对无线电频谱管理实行的原则是：（　　）

1：统一管理　2：减缓开发　3：科学管理　4：无偿使用

2．根据法规，个人业余电台可以从事下列活动：（　　）

1：对违法干扰不予理睬，收集相关信息向无线电管理部门报告

2：在空中定时举办业余无线电知识讲座

3：为商业活动提供免费的基本通信服务

4：宣讲爱国政治主张

3．无线电频率划分中，包含主要业务和次要业务，下面对次要业务阐述正确的有：（　　）

1：次要业务电台不能对主要业务电台产生有害干扰

2：次要业务电台不能对将来可能指配频率的主要业务电台产生有害干扰

3：次要业务电台不能对有害干扰提出保护要求

4：次要业务电台应无条件避让其他电台

4．若某持有三级操作证的爱好者在BD1IN业余电台上进行操作，以下说法正确的有：（　　）

1：可使用二级操作权限进行发射

2：须使用BD1IN呼号进行呼叫

3：仍必须使用三级操作权限进行发射

4：不可以在非本人设置的业余电台上进行操作

5．某爱好者利用业余时间研制了一台业余无线电收发信机，依据我国法规，阐述正确的有：（　　）

1：必须持有业余电台《操作证书》

2：研制过程中不可以私自进行实效发射试验

3：属于研制过程中的实效发射试验，不必报告

4：实际使用时，应获得无线电管理部门批准

6．按照我国无线电法规，设置个人业余电台应办理以下手续：（　　）

1：提出书面申请　　2：办理设台审批手续

3：领取电台执照　　4：缴纳频率占用费

7．操作业余电台必须遵守的规定有：（　　）

1：使用所操作业余电台的呼号

2：使用功率不得超越本人操作证书的允许范围

3：使用功率不得超越所操作电台的执照许可范围

4：在频率上及时指出其他业余电台违规操作

8．遇到业余频率受到违法电台干扰应_____、_____有关信息，并及时报告______或者_____。（　　）

1：不予理睬　收集干扰源　无线电管理机构　无线电运动协会

2：予以压制　收集干扰源　无线电管理部门　无线电运动协会

3：指出其违法行为　宣传合法操作电台的　无线电管理部门　公安部门

4：指出其违法行为　宣传合法操作电台的　无线电管理部门　无线电运动协会

9．按照我国无线电管理条例，以下行为可以予以处罚：（　　）

1：擅自设置、使用无线电台的

2：擅自研制、生产无线电发射设备的

3：干扰无线电业务的

4：擅自变更电台执照核定项目的

10．为抢救国家财产及人民生命安全，且无其它通信手段的情况下，业余电台可实行以下措施：（　　）

1：启用未经批准的电台设备

2：超越操作等级的限制

3：征用他人的电台设备

4：事后向当地无线电管理机构报告

第二部分：操作基础知识及通信英语：（共13题，选择题每题2.5分）

1．我国业余电台呼号后缀字母中，首位字母包含S的省份有：（　　）

1：辽宁省　2：山西省　3：江西省　4：西藏区

2．关于遇险通信正确的阐述为：（　　）

1：求救信号应尽快回应

2：遇险信号是SOS或者MAYDAY

3：遇险呼叫较其他一切呼叫有绝对优先权

4：应急通信为节省时间可不报呼号

3．下列频率中，属于业余无线电频率的有：（　　）

1：1.8MHz～2.0MHz　　2：144MHz～146MHz

3：2.2MHz～2.3GHz　　4：47MHz～47.2GHz

4．对于慢扫描电视阐述正确的有（　　）

1：每秒钟只能传送1帧图像

2：图像传送时间与图像分辨率无关

3：将图案色彩转换成不同频率的信号加以调制

4：慢扫描电视传输中不包含行同步、帧同步脉冲

5．关于业余卫星通信阐述正确的有（　　）

3：为商业活动提供基本的通信服务

4：宣讲爱国政治主张

21．Q简语中，QRZ的意思是：（　　）

1：谁在呼叫我　　2：请再过来

3：请用别的频率　　4：停止呼叫

22．对于学习莫尔斯电码，不正确地阐述有：（　　）

1：点读做“嗒”，划读做“嘀”

2：一个点的信号长度不应大于划信号的1/3

3：需在有较好收报基础后再进行发报练习

4：收报练习需要从慢到快逐步提高抄收速度

23．对公众对讲机阐述正确的有：（　　）

1：公众对讲机功率不大于1W

2：业余电台不能与公众对讲机相互通信

3：公众对讲机不得私自改变其结构和天线装置

4：我国的公众对讲机工作在409MHz～410MHz，共有20个频道

二．填空题（每题4分，每空2分）：

24．无线电台（站）经批准使用后，应当按照______进行工作，不得发送和接收与______的信号。

25．因_____和______需要实行无线电管制时，管制辖区内的单位和个人必须遵守有关管制规定。

1：业余卫星多采用SSB方式转发器，因为SSB通信模式可以有效克服多普勒效应

2：业余卫星仅采用低轨道运行方式，因为这种方式信号易于捕捉、延时小且成本低

3：低轨道卫星绕地球一周需要2～4小时

4：业余卫星VHF/UHF转发器主要使用145.8MHz～146MHz/435MHz～438MHz，因此要避免地面干扰

6. SL、TJ、XF、YI、KH2五个呼号冠字分别属于：(　　)

1：土耳其、加蓬、哥斯达黎加、阿富汗、中途岛

2：瑞典、喀麦隆、墨西哥、伊拉克、关岛

3：希腊、南非、古巴、老挝、威克岛

4：瑞士、海地、智利、也门、美属摩萨亚

7. 为划分无线电频率，国际电联《无线电规则》将世界划分为三个区域，位于第一区的国家有：(　　)

1：美国　2：法国　3：澳大利亚　4：蒙古

8. 对电波传播影响最小的是：(　　)

1：F1层　2：同温层　3：D层　4：对流层

9. 对电离层反射阐述正确的有：(　　)

1：反射作用和电波频率有关

2：电波部分被电离层反射，其余全部穿透出去

3：长波和微波不会被电离层反射

4：电离层的高度和密度在不同季节肯定会发生变化

10. 圈出下列Q简语解释中的正确者：(　　)

1：QSB 转发　2：QSY 转换频率

3：QRV 准备好了　4：QRL 清晰度

11. 缩语GLD、LOG在通信中分别代表什么意思。？(　　)

1：女孩、标识　2：高兴、日志

3：金色、长久　4：好的、对数

12. 某业余电台给他台的信号报告为562，其中最后一个数字表示：(　　)

1：音调稍粗糙，有少许交流声　2：比较平稳的音调

3：平稳较好的音调　4：接近稳定的音调

13. (5分) 请将下面的英文翻译成中文：

The Bureau QSL cards will be processed at the very last after the direct requests are processed. We suggest that if you want a QSL card quickly, please send it direct as explained above. Please try to include ALL your VK9DNX QSO's on ONE QSL CARD when sending via the bureau! This saves the manager an enormous amount of time and effort。

Please ONLY send your card via one method! PLEASE DO NOT send cards via the bureau if you already will be sending them direct.

第三部分：电理基础知识：(共16题，每题2.5分)

1. 某三极管标有2SD880，则表述正确的有：(　　)

1：2SD880是晶体管参数 2：2SD880是晶体管型号

3：这是一只NPN三极管 4：这是一只半导体硅材料三极管

2. 中波无线电频率是指：(　　)

1：500kHz～1600kHz　2：300kHz～3000kHz

3：3MHz～30MHz　4：0.3MHz～3MHz

3. 半导体稳压性质是利用下列什么特性实现的(　　)。

1：PN结的单向导电性　2：PN结的反向击穿特性

3：PN结的正向导通特性4：PN结的反向截止特性

4. 检查放大电路中的晶体管是否饱和的最简便的方法是测量(　　)

1：IBQ　2：VBEQ　3：ICQ　4：VCEQ

5. 直接耦合放大电路的特点是(　　)

1：工作点互相独立　2：便于集成

3：存在零点漂移　4：能放大变换缓慢的信号

6. 放大器的电压放大倍数在(　　)时增大。

1：负载电阻增加　2：负载电阻减小

3：负载电阻不变　4：以上皆错

7. 在直流稳压电源中加滤波电路的主要目的是(　　)

1：变交流电为直流电　2：去掉脉动直流电中的脉动成分

3：将高频变为低频　4：将正弦交流电变为脉冲信号

8. 为防止直接电击的发生，通常采用以下防护措施(　　)

1：用绝缘的方法以防止人体接触带电体

2：在高空作业不使用220V交流电源，而改用36V以下安全电

3：应保持与安全电压以上的裸露带电体的间隔，带电体与人的距离至少应大于手臂＋工具的长度

4：加装漏电保护器，其动作电流不宜超过100mA

9. 对于用电安全阐述正确的有(　　)

1：区域狭窄、行动不便的施工环境，手提照明设备须为12V供电

2：在区域狭窄、潮湿、隐蔽的场所使用电动工具，须另有专人看护

3：临时放在地板上的带电软电线，必须用木板或者套管保护起来

4：如发现某铁壳电动工具的铁壳未接地，使用时需先将铁壳与零线并联

10. 某VHF调频业余电台，使用13.8V电源，最大电流11A，天线良好。当其满功率发射时，220V市电电流大约为：(　　)

1：2.1A　2：1.7A　3：1.2A　4：0.7A

11. 两部对讲机进行通信，一部发射频率在438.500MHz，接收在144.950MHz；另一部接收在438.500MHz，发射在144.950MHz，则这种通信方式称为：(　　)

1：同频双工　2：异频双工　3：半双工　4：异频单工

12. 对于丙类功率放大器阐述正确的有：(　　)

1：丙类功率放大器多用于高频功率放大器，较乙类效率高

2：丙类放大器较乙类放大器导通角大，则晶体管导通时间长，效率提高

3：丙类放大器不会出现交越失真

4：丙类放大器各级之间不能使用同一电源供电，会因频率串扰降低效率

13. 多普勒测向的特点主要有(　　)

1：测向灵敏度高　2：准确度高

3：抗干扰性能强　4：极化误差小

14. 产生互调干扰需同时满足的条件中包括：(　　)

1：符合一定的频率组合关系　2：信号足够大

3：相关频点必须相邻　4：相关发射机同时工作

15. 降低接收机噪声系数的主要途径有：(　　)

1：提高晶体管放大级的直流工作点　2：减小接收天线的馈线长度

3：为放大级加装屏蔽盒并良好接地　4：选用低噪声的器件或者元件

16. 某超外差半导体收音机，中频为465kHz，当调谐在525kHz时，可能听到什么频率附近的播音：(　　)

1：1455kHz　2：1610kHz　3：1575kHz　4：1980kHz

www.radio.com.cn

2007年一级《业余电台操作证书》考核试题

1. (4分) 我国划分给业余业务和业余卫星业务的总频带宽度大约为：( )

1：56.92MHz 2：820.95MHz 3：5.38GHz 4：23.33GHz

2. (4分) 我国作为专用或主要共用划分给业余业务和业余卫星业务的总频带宽度大约为：( )

1：12.45MHz 2：39.75MHz 3：4.70GHz 4：7.18GHz

3. (4分) 我国作为专用或主要共用划分给业余业务或业余卫星业务的最高频率大约在：( )

1：24000 MHz 2：10 GHz 3：48 GHz 4：250 GHz

4. (4分) 下面对次要业务台站阐述中符合国家无线电频率划分规定的有：( )

1：次要业务电台不得业经指配频率主要业务电台产生有害干扰

2：次要业务电台不得对将来可能指配频率的主要业务电台产生有害干扰

3：次要业务电台不得对任何有害干扰提出保护要求

4：次要业务电台应无条件避让其他电台

5. (6分) To an American radio operator who works in the mainland of China and has been licensed by US FCC the right items below are：( )

1：By applying for an "Amateur Radio Operator's Certificate for visitors", she/he may and operate on any amateur radio station in PRC.

2：By applying for an "Amateur Radio Operator's Certificate for visitors" and a "station license", she/he may set up an amateur radio station in PRC.

3：By applying for an "Amateur Radio Operator's Certificate for visitors" and under your permission, she/he may operate on your individual amateur radio station at your home.

4：She/he may apply for an "Amateur Radio Operator's Certificate for visitors" only after one year's staying in PRC.

6. (8分) DXCC prefix corresponding to the following CQ zone?

TF ______ VY0______ 7X______ 3Y______

HC8 ______ 9Q ______ EZ______ 9N______

7. (8分) DXCC prefix corresponding to the following countries or regions who ?

TT ______ ZT ______ TI9 ______ TI______

D4 ______ CU ______ HC8 ______ 3B8______

8. (6分) WAEDC是由______业余无线电协会发起的竞赛，每年______半年共有______个联络模式的比赛。除______比赛外，竞赛联络只可以在______业余电台和______业余电台之间进行。

9. (2分) 例如CQWW RTTY 时，BA1IN 通联K1RB，抄得RST 599 5，计______点、系数。

10. (3分) CQWPX SSB 时，例如BA3IN参加SOABL组，在UTC0101在80米通联K1CE得QSO点数______，于UTC0502在20米通联W1CE得QSO点数______，于UTC 1201在20米通联JA1CE得______点。

11. (1分) 2007年CQWPX SSB于______月______日开始。

12. (4分) 以下哪些指数说明发生磁暴：( )

1：*K*指数>3 2：*K*指数>10 3：*K*指数>5 4：*A*指数<3

13. (4分) BA1IN在参加CQWW SSB SOABL组别竞赛时，最大发射功率为：( )

1：100W 2：150W 3：500W 4：1000W

14. (6分) Which actions below are not permitted for BG1IN in CQWW SSB contest as SOABL：( )

1：To transmit in 40m at UTC1005 and transmit in 80m at UTC1008

2：To transmit in 40m at UTC1005 and transmit in 80m at UTC1025

3：To post his transmitting frequency at the DX SPOT

4：To organize a temporary network

15. (4分) 假定BA1IN要申请DXCC奖状，且该台曾经使用过BG1IN、BD1IN的呼号，通常情况下，以下呼号通联获得的卡片可以作为有效卡片进行同一批申请：( )

1：BA1IN 2：BA1IN/MM 3：BA1IN/XX9 4：BD1IN

16. (4分) CQ AA 是______(用中文填写) DX竞赛的CW广泛呼叫，该竞赛由______国政府支持举办，小功率组发射功率限额为______W，青年组的年龄为______岁或以下。

17. (4分) 下面关于"D-STAR"阐述正确的有：( )

1：是JARL提出的业余数字化无线电系统，分为数据(用户)通信和干线通信两个层次。

2：数据通信速率最高为128Kbps，干线通信速率最高为10Mbps。

3：数据通信占用带宽50KHz，干线通信占用带宽10.5MHz。

4：数字化语音通信带有可选择的加密功能。

18. (4分) PSK31占用的带宽和字符传输速度大约是：( )

1：310Hz，220WPM 2：31Hz，50WPM

3：31Hz，120WPM 4：120Hz，31WPM

19. (4分) 关于电子管射频线性功率放大器的正确叙述有：( )

1：电子管工作点处于特性曲线的线性区

2：当栅极输入射频信号为正弦波时电子管屏极电流不会含有大量二次谐波

3：只要电子管不进入饱和区，放大器输入端信号和输出端信号的波形无条件地呈线性关系

4：如果仅以FM方式工作，功率放大不一定采用射频线性功率放大器

20. (4分) 卫星中的线性转发器指的是：( )

1：一个只转发线性和CW信号的转发器

2：一个只对信号频谱作平移和倒置处理的转发器

3：一个下行频率随上行信号强度线性变化的转发器

4：一个响应卫星控制指令并做一系列连续动作的控制器

21. (4分) 在通信电路中有时采用倍频器，对它的作用阐述不正确的是：( )

1：发射机主振荡器的频率可以提高，有利于频率的稳定

2：输出频率是输入频率的任意倍数

3：有时用锁相环频率合成器取代倍频器是因为后者输出信号的相位噪声比前者大

4：基本原理是使正弦波失真，再提取其所需次数谐波

22. (4分) 对于数字调制解调阐述正确的有：( )

1：数字调制最基本的调制方式有：幅度键控ASK、频移键控FSK、相移键控PSK

2：ASK调制中每个信号单元的传输容量为一位2进制数据

3：QPSK代表快速移相键控调制

4：多进制数字频率调制(MFSK)对频带的利用率高，现在多用于高速率传输

23. (4分) 一台输入阻抗为50Ω的UHF段接收机，接收灵敏度为0.35μV，大约折合功率分贝数为：( )

1：−101dBm 2：−111dBm 3：−116dBm 4：−120dBm

以上考题的答案见《无线电》2007年第11期。

合肥无线电运动协会3月17日成立

合肥无线电运动协会从酝酿、提出、筹备，历时三个多月，于2007年3月17日正式宣告成立，协会业务主管单位为合肥市体育总会。筹备工作遵循《社会团体登记管理条例》的相关规定，本着依法、规范、务实的原则，顺利完成各项审批手续，经市民政局批准成立。协会将本着“爱国，忠诚，进取，友善，体谅，平衡”的业余无线电宗旨，为合肥地区广大无线电爱好者服务。

赵 军（BG6BEQ）

安徽省无线电技术协会成立大会于7月28日召开

经安徽省民政厅批准，安徽省无线电技术协会于2007年7月28日召开成立大会。协会将本着团结、指导、服务、开展、贯彻、推进的原则，全力服务于全省的业余无线电爱好者。中国无线电运动协会、上海市无线电运动协会、江苏省无线电运动协会、浙江省无线电运动协会派代表参加了成立大会并表示祝贺。 方 明（BA6AA）

绍兴柯桥中学BY5DA集体业余电台开台

5月20日，浙江绍兴柯桥中学在学校礼堂隆重举行了“柯桥中学集体业余电台BY5DA”开台仪式。活动受到了各级领导的高度重视，省信息产业厅、省体育局、省教育厅、省无线电运动协会、市无线电管理委员会、市安全局、县教育局领导和部分HAM代表应邀参加。

沈久尔校长在致欢迎词中表示，业余电台活动可以激发和培养学生在无线电方面的兴趣和爱好，这将会极大地增强学校在科技教育方面的发展实力，更好地促进学校全面实施素质教育的步伐。省信息产业厅郭金华同志为学校授牌并勉励参加无线电活动的师生要加强学习，刻苦训练，遵守业余无线电相关法规，健康发展，以取得优秀的成绩。

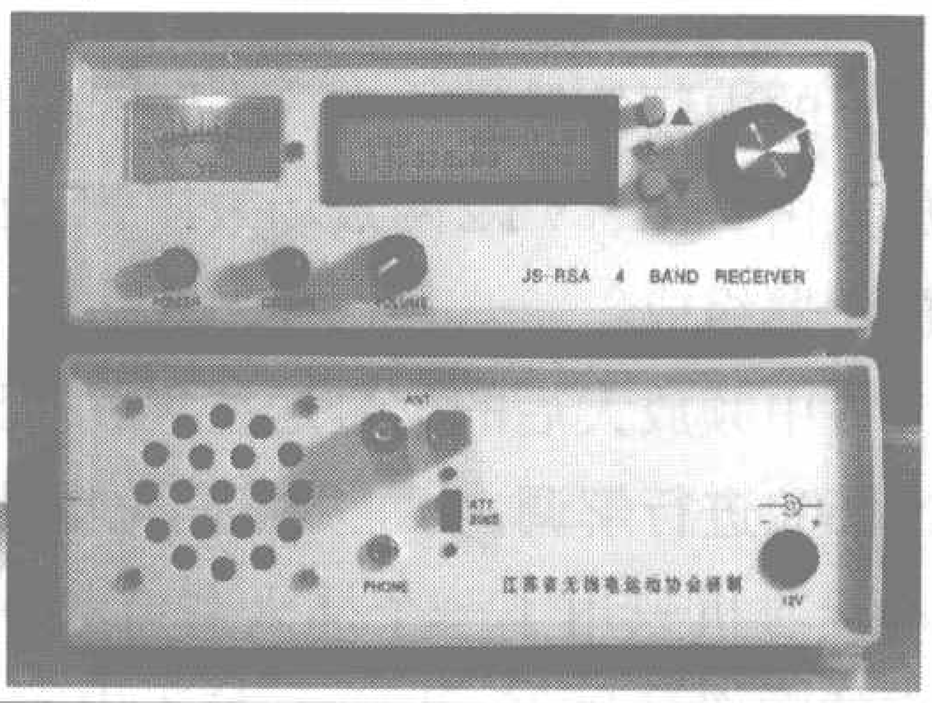
仪式结束后，与会领导和嘉宾饶有兴趣地观看了学生的通联操作，并进行了指导和示范。

各地无线电管理局纷纷开展无线电法规宣传活动

近日，通信员发现，为配合无线电法规的宣传，在不少繁华地段的公交车站、广场等位置都粘贴了无线电管理方面的公益广告。以下照片分别拍摄自北京马神庙公交车站和杭州武林广场公交车站。 （本刊通信员）

www.radio.com.cn

JS-RSA 四波段收信机



文/卜宪之（BD4RG）

JS-RSA 四波段收信机，是一款业余无线电通信专用接收机，可以接收40m、20m、15m、10m 四个常用的业余波段，能够接收单边带信号和CW（等幅报）信号。本机的电阻电容大部分使用贴片元件，双面电路板，体积小性能好，特别适合无线电爱好者收听短波业余电台信号，以及学校、少年宫组织青少年进行短波基本技能抓抄呼号训练和比赛。

本机的电路是典型的一次变频超外差接收机电路：双栅场效应管组成的调谐高放、二极管平衡混频、两级双栅场效应管组成中放、中周加晶体中频滤波、三级AGC，这些保证了本机具有较高的灵敏度、良好的选择性及大动态范围。

天线输入

图1是收信机主机的电路图。从天线接收到的信号首先进入由双栅场效应管VT6组成的调谐放大电路进行高放，根据不同的频率由单片机控制VT7～VT10中的一只管子导通来选择40m、20m、15m、10m 中的一个波段作为频率预选。经过预选，将欲接收的频段信号筛选出来，其他远离该频段的信号被衰减。为获得较好的预选效果，高放的输出端采用了双调谐选频回路。

经过预选后的信号送到由VD3～VD6 组成的二极管平衡混频器与AD9850产生的本振信号进行混频，混频后的信号经6只8MHz晶体组成的晶体滤波器将所需要的中频滤出，晶体滤波器的通带宽度大约是2.2kHz，频率大约在8996.5kHz～8998.7kHz。

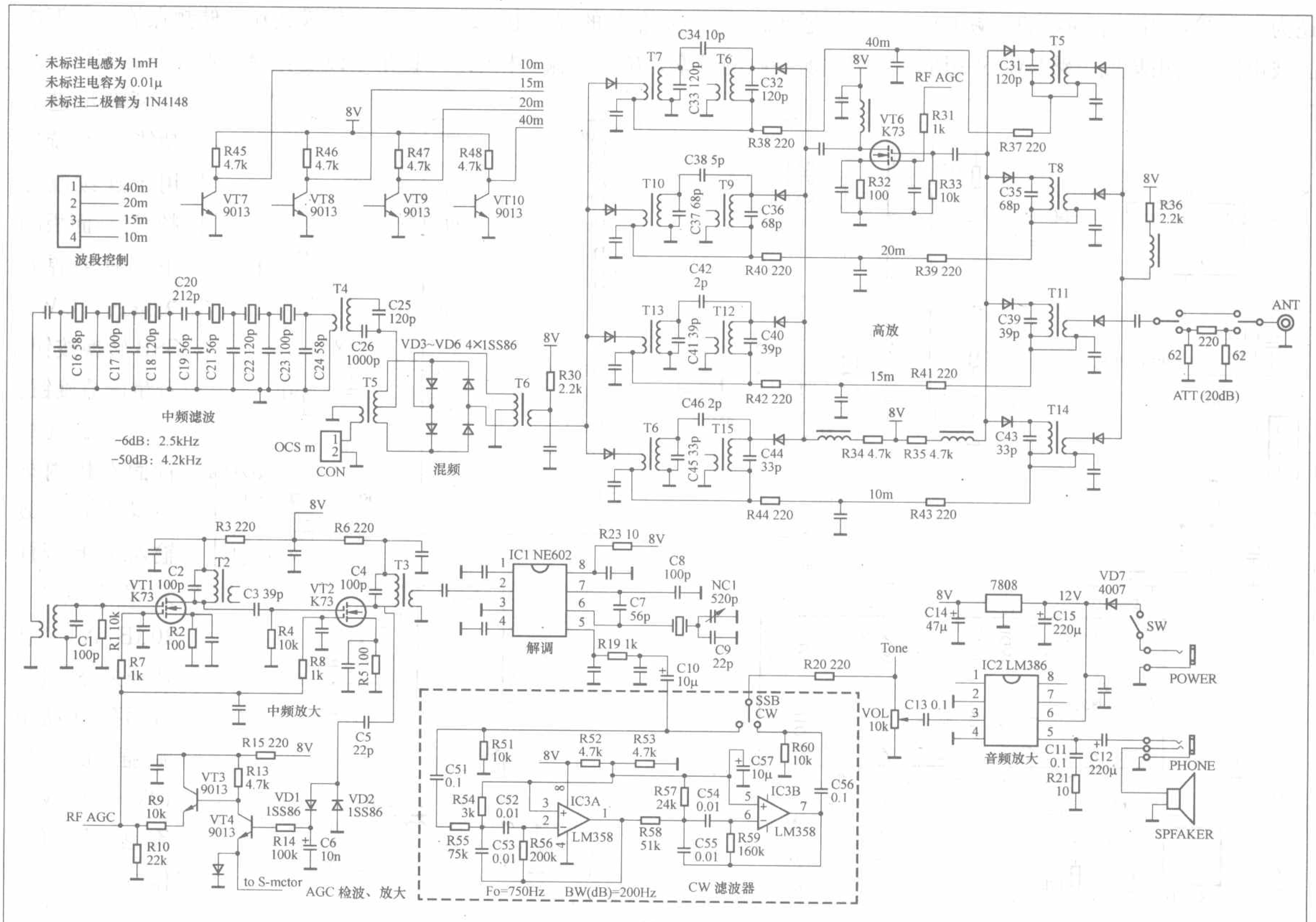


图1

滤出的中频信号送往中放电路，中频放大由VT1、VT2两级场效应管调谐放大器组成。

中频放大后的信号送往集成电路NE602进行解调。为了尽量简化电路，本接收机只用了一个插入载波频率，它的频率是8996.2kHz，位于中频通带的低端，即对中频频率而言，是对上边带进行解调。由于本机的设计在20m、15m、10m三个波段是低本振，也就是所接收的频率＝本振频率＋中频频率，所以对这三个频段接收的也是上边带。而在40m波段是高本振，即所接收的频率=本振频率–中频频率，由于是减中频，边带也被颠倒了，因此对40m波段来说接收的是下边带。这种设计既简化了电路，又可以满足业余无线电通信的规定。

解调后的音频信号经集成电路LM386功率放大后推动扬声器。电路还为CW接收附加了简单的音频CW滤波电路，它由集成电路LM358组成两级有源滤波器，其中心频率大约800Hz，可以明显改善CW接收的效果。

VD1、VD2和VT3、VT4组成了本机的AGC（自动增益控制）电路。取自中频放大后的信号经检波、放大后加到两级中放VT1、VT2的第二栅极和高放VT6的第二栅极控制高放和中放的增益。将VT4的发射极电流接到电流表作为S表信号指示。

图2是本振产生和频率显示部分的电路图。本机的本振电路采用了DDS（直接数字合成）电路，它的核心部分是由单片机PIC16F73、DDS电路AD9850以及1602型通用液晶显示器组成。在结构上它既可以作为本收信机的本振电路，又可以独立作为一个部件。单片机根据外部的操作指令计算出DDS所需的控制字节送到AD9850产生所需的本振信号频率，经过低通滤波后送到收信机的混频电路。根据所接收的频率，单片机输出相应的波段控制信号切换相应的波段，单片机还同时将接收频率等信息通过液晶显示器显示出来。

主要技术参数

1．接收频率范围：7MHz～7.3MHz、14MHz～14.35MHz、21MHz～21.45MHz、28MHz～29.7MHz

2．频率步进：10Hz、100Hz、1kHz、10kHz、100kHz、1MHz

3．存储频点：20个存储频点可由用户任意设置。

4．工作模式：USB、LSB、CW

5．电源：电压10V～13.8V DC，电流约350mA。

6．机箱尺寸：200mm宽、72mm高、176mm深。

收信机的使用

收信机的面板上的表头用作S表（仅供参考），液晶显示屏显示接收频率、工作模式和存储频点等。上下按键用于改变存储频点、存储频率、改变频率步进等功能。频率旋钮用于连续改变频率值。面板的下部有电源开关按钮、CW/SSB转换按钮、音量调节旋钮。

收信机的背面有机内扬声器、VT9天线输入端、接线柱天线输入端、20dB ATT衰减开关、外接耳机插孔、外接电源插孔。接10V～13.8V直流电源即可工作。

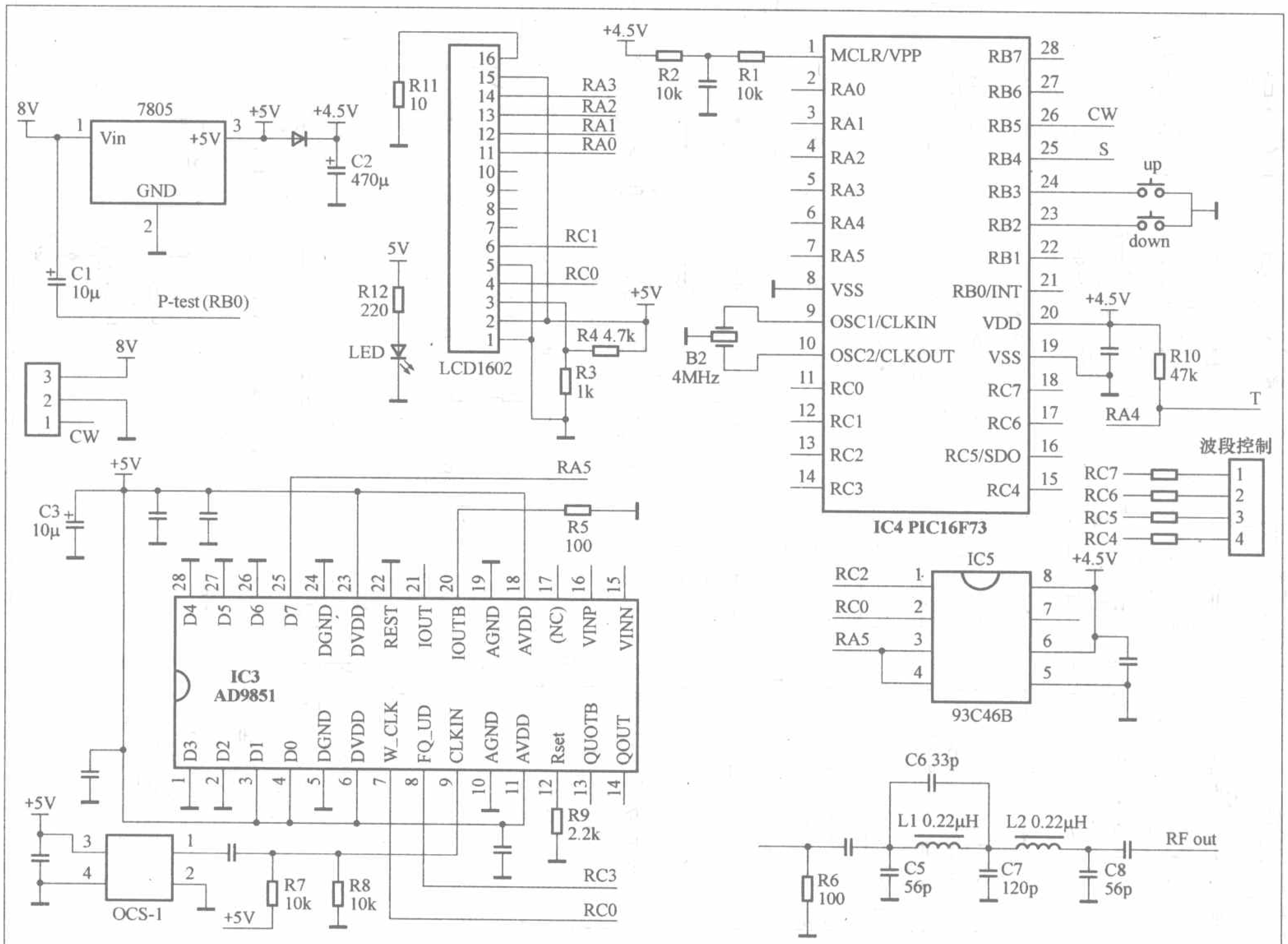
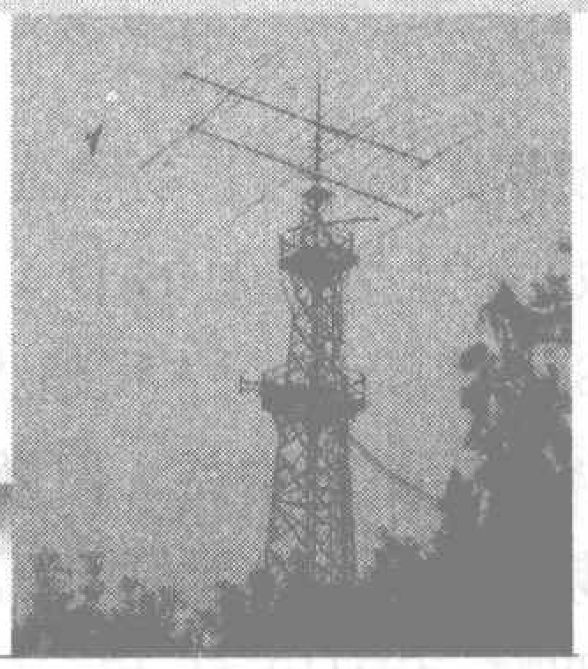


图2



业余电台天线选配指南（上）

文/杨 法（BD4AAF）

市场上的天线有专业天线和业余天线两大类，这里的专业与业余并不是指天线制造水平，而是根据用户群和频段的差异来划分的。因为国际上业余电台有专用的频率，所以天线也会根据这些业余频段着重优化设计，并根据业余电台设备制造出双频段和多频段的天线。而这类天线在专业天线领域中，由于应用不同所以涉及很少。在专业天线中主要讲究通用性强和性能稳定，由于专业天线的工作频段与业余电台频段有所差异，所以大部分专业天线不能很好地应用在业余电台上，当然如果按照专业天线的制造标准，定制单波段的业余频率的天线，那效果应该是很好的了。

业余电台用的天线，有进口和国产及爱好者DIY三个分类。因为国外业余电台数量多、历史悠久，所以也形成了相应的业余电台相关产业链。一些专业公司专门设计制作业余波段的天线，我们比较熟悉的有DIAMOND、CUSHCRAFT、COMET、DAIWA等。DIAMOND也叫钻石天线，它的手持机系列天线，车载系列天线和U/V双段基地台天线(包括直立天线和八木天线)都有很好的品质，CUSHCRAF的固定天线和短波八木天线世界驰名。国外的名牌天线虽然价格比较高，但性能出色，制造工艺和材质也比较过硬，寿命长，不容易生锈，在南方一些酸雨较多的城市尤为适合使用。俗话说“好货不便宜”，一条正品DIAMOND手持机天线，卖一二百元是很平常的事，高增益的天线价格更是近千元，比较适合追求完美的无线电发烧友选用。

树大招风，牌子响了自然仿冒的就多了，以DIAMOND天线为蓝本原版拷贝是一些南方小厂的强项，但限于成本不可能采用与原品一样的材质，所以仿制品的性能很容易出现偏差。虽然现在通过矢量网络分析仪和电波暗室，可以比较方便地数字化分析天线，但这类仪器设备价格昂贵，即便是二手仪器也不是一般小厂可以承受的。很多地下小厂的研发和检测设备多采用国产老式的扫频仪，只能看一下天线的中心谐振频率，根本无法测试天线增益和其他技术指标，产品包装上的数据指标都是照抄原品的。市场上国内仿制的业余天线，尤其是直接冒名打标的天线多出于此类小厂。不同厂家的仿制天线用料和电气性能也有区别，这主要看厂家的制作工艺和技术水平了。国内市场上很多仿制的天线性能还不错，限于技术力量，大多数双段天线可以做到基本保证一个频段，如UHF有比较好的效果，兼顾VHF。因为很多城市UHF业余波段已经成为主流，加上价格便宜通常只是原品的1/3~1/6，所以做得比较好的国产仿制天线，还是有一定的性价比。市场上有一些所谓台湾版精仿的产品，不对比很难看出其中微小差异，如果把仿制的天线冒充原品来卖，欺骗消费者，就比较“黑”了。所以买原装天线不能一味贪便宜。

一些爱好者在钻研天线方面颇有心得，掌握了其中的一些门道，手工DIY的天线完全针对HAM的需要，并可以定制不同中心频率和长度的天线，就像定制西装一样完全妥帖，很多规格的天线都是成品天线所没有涉及的。客观地讲，由于天线都是人工精工细制，所以发射效率比较有保证。只是材料和工艺与大厂产品相比还有距离，当然制造者也在不断努力改进完善中。相对手持机天线，一些爱好者DIY仿制的大型短波正V天线和八木天线，虽然经过制作者精心调整，效果还不错，但由于国内特种铝管的品质和强度问题，所以在户外的持久性、耐用性与进口名牌产品还有一段距离。

业余电台使用的天线按照使用的场合有手持台天线、车载台天线、固定台天线。接下来我们将一一为大家分类介绍。

手持台天线

大部分手持电台都配有天线一起销售。一般都认为原装的天线性能一定好，其实不尽然。对手台天线进行“进补”可以有效改善手持对讲机的发射效率或者便携性。现在很多进口的多频段手台配用的原装天线因为考虑到机器低波段的性能，所以天线自身比较长，与小巧机身的比例不协调，而且在目前主流应用的430MHz频段发射效率不高。目前进口机原配天线性能比较好的有TH-G71A的原装天线、VX-1R的原装天线。YAESU 5R、6R、7R、60R，ICOM T90A、91AD以及KENWOOD F6A/F7装上后，无论从发射效果还是整体协调性都有很大的改观，见图1。可惜这两款机型已经停产多时，市场上能买到原装天线的机会不是很多。

作为第三方天线，日本DIA-MOND钻石天线在国内名气很响，确实很多经典产品性能也很好。它根据不同用户的应用需要，提供了从超短

便携天线到超长高增益多个系列产品。如大拇指长短的DIAMOND SRH805S强调体积超小，虽然该天线谈不上更多增益，但微小的体积和宽频段覆盖，非常适合需要隐蔽收听的朋友。SRH815S和519是双段手台良好的替代天线，它们很好地平衡了天线长度和发射效率，而且纤细柔软的辐射体抗弯曲性能极好。SRH771长度接近40cm，在430MHz达到了1/2波长的结构，虽然长度长，但发射性能好，性能超过了KENWOOD TH-G71A的原装天线，虽然其市场零售价格在100~150元，但很多发烧友还是认为它物有所值，同时也是追求优良联通信号的朋友首选。热门的DIAMOND SRH805S和SRH771目前都有多个版本的仿制产品，便宜的只要20~30元。在手持机短天线方面除了DIAMOND SRH805S外，还有DAIWA HA-45，但两款产品的发射效率都不能令人满意。为此一些HAM经过摸索，手工绕制出了在业余频段发射效果和天线长度都比较平衡的短天线，在业余无线电界享有盛名，价格也比进口同类产品便宜不少，是目前需要换用短小天线的首选。

购买手持机天线还要注意一个接口问题，老式的手持机多采用BNC/Q9作为天线接口，目前主流的业余手持机多采用SMA母头作为天线座，而市场上很多专业手持机多采用SMA公头作为天线座，MOTOROLA大部分主流机如GP88S、GP328、GP338等都使用专用接口，这样它们所配的天线接口是不同的，如图2所示。

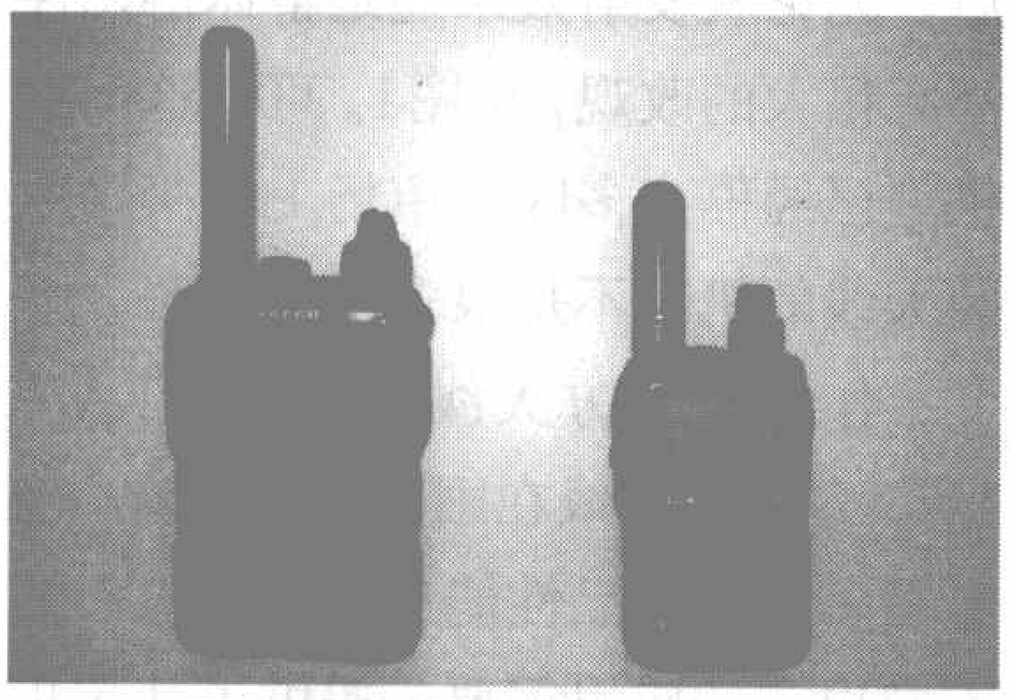


图1 换用短天线的7R、2R

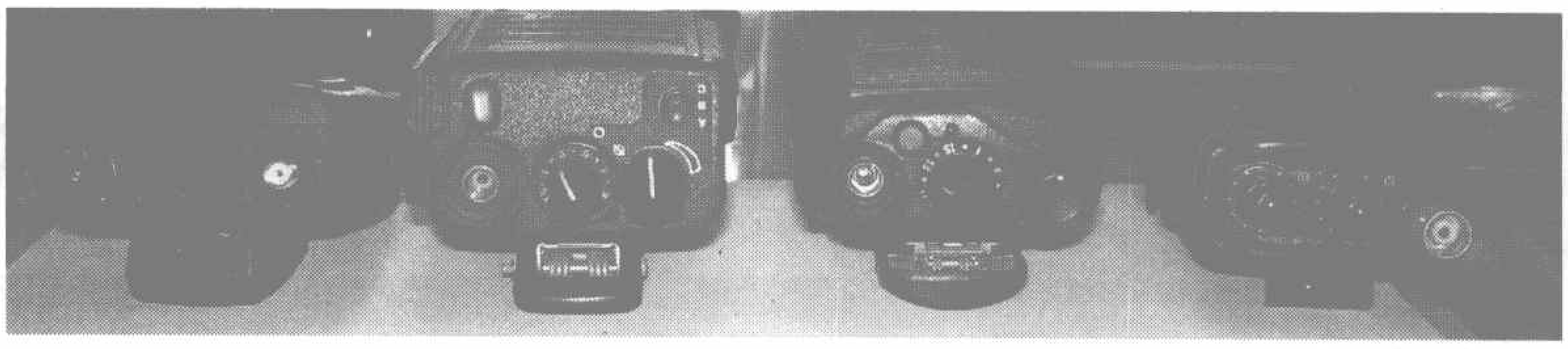


图2 不同类型对讲机天线接口不同

图3 车载天线

车载台天线

一般车载电台并不配天线一起出售，车载天线、吸盘或者夹边烟斗线等，都是需要另外单独购买的，车载天线如图3所示。购买车载天线不能只考虑增益和发射效果，还要综合考虑实用性和耐用性。理论上，同等制造技术水平的天线，其长度越长，发射效率越容易做高。比如著名的DIAMOND SG-7900天线在430MHz频段的增益达到7.6dB（赶上中等增益的玻璃钢天线了），但同时它的主体长度长达1.58m，自身重量也有600g。试想此天线若安装在小型车辆上，由于长度过长，在过桥洞和进入低矮的车库时都将遇到麻烦。天线体积大，在开高速的时候风阻也很大，还很容易打树叶，普通的吸盘很容易倒伏，天线经常被刮倒，轻者损坏天线，更容易损伤汽车漆面。所以一般建议小型车辆安装70cm以下的车载天线，最高不要超过100cm，如果一定要不计成本发烧安装超长高增益天线，建议使用如DIAMOND K9000一类的天线放倒器，在不需要使用天线的时候可以遥控放倒。

很多业余电台发烧友都采用配置双天线的策略，一条较长的高增益天线放在汽车后备箱内，平时移动中使用中等长度的天线甚至是NR-770S之类的短天线，当停车有通信的需要时才换上长天线，这样也能解决实用和高天线增益的问题，同时还解决了防盗的问题，身高马大的高增益长天线往往非常惹眼，很容易招来小偷的光顾。中等长度的天线，推荐DIAMOND SG-M507，它的长度为73cm，144MHz频段标称增益为2.15dBi，430MHz频段标称增益为5.2dBi，它在天线长度和发射增益方面有较好的平衡。对于喜欢低调的朋友DIAMOND CR-77是不错的选择，它的长度仅为29cm，144MHz/430MHz标称增益为2.15dBi，虽然几乎没有增益但外形小巧。

对于使用YAESU FT-8900R四波段车载台的用户，没有必要一定选用比较贵的四波段CR8900天线，因为大多数实际情况还是U/V段在移动通信中使用得最多，50MHz和10m

波用得很少，而且CR8900天线比较长会给行车带来一定麻烦，所以一般配一条双段天线就很实用了。如果喜欢10m波段通信的朋友可以考虑备用一条国产的29MHz天线，需要使用时再拧上去，如此组合在发射效率和实用性方面都有比较好的组合。

国内市场上日本的DIAMOND车载天线可谓第一品牌，同时也有众多仿制产品选购要注意防伪，很多假货外观非常接近，但实际使用效果却相差很大。目前主流的业余电台车台都至少是双频段，而专业车载台则是单频段。国内大厂家很少为业余电台研发双频段天线，一些小厂的产品基本都是仿制钻石、名古屋、东京等国外名牌产品。由于技术上的差异和成本的限制，仿制品与原品还是有明显差距，主要表现在双频段的性能兼顾方面，国产仿货大多只能保证UHF段性能，兼顾VHF段，另外由于采用材质的问题，不少仿货比原品更容易生锈。

图4 钻石大吸盘

仿制产品价格便宜，而且不少产品在UHF段的性能还可以，所以对于以UHF段工作为主的HAM，在预算不多的情况下一些国产的仿制天线也可以考虑。经过比较，市场上一些仿M507的天线在430MHz性能还是可以的，价格只有50元左右，而原品售价高达300多元。市场上有些类似玻璃钢天线的车载天线，并号称高增益，其实并非很优秀，限于长度它们不可能具备比它长几倍的固定天线的增益，而且由于使用了玻璃钢天线罩使得重心上升，风阻增加，很多名牌天线厂家都并不看好这种车载天线的结构，所以一般不推荐使用。

好的车载天线还要配好的吸盘或者夹边＋烟斗线，好的产品不但馈线相对柔软而且损耗低，吸力强劲，具有保护设计不伤汽车漆面。DIAMOND的K701M、K702M薄型大吸盘和K707系列小吸盘是这方面的代表产品，见图4。要最大程度发挥车载天线效率，正确安装车载天线也很重要。车载天线与汽车是一个整合体，汽车作为天线的地网平面，所以安装在汽车车顶中央的位置最为理想。

《无线电》杂志社推荐书目

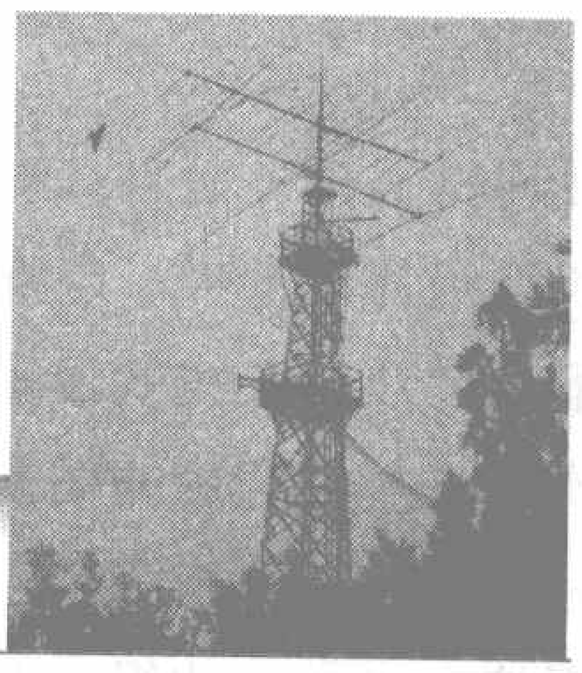
品牌推荐　89488　《无线电》2001-2005年合订本（2CD-ROM）　邮购价：40元／套

新书上架		邮购价
15709	看图学修电磁炉	26元／本
15940	实用无线电遥控电路	34元／本
15693	怎样识别和选用集成电路	22元／本
15515	电动自行车电气故障诊断与维修	17元／本
畅销图书		**邮购价**
15129	触摸屏与PLC入门	35元／本
15195	监控组态软件和PLC入门	37元／本
15231	新编电工实用线路200例	20元／本
14091	《无线电》家电维修精汇	35元／本
14021	无线电问与答精汇	41元／本
13545	无线电制作精汇（2）	38元／本
13544	无线电元器件精汇（第2版）	38元／本
13424	无线电识图与电路故障分析轻松入门(第二版)	35元／本
13435	无线电元器件检测与修理技术轻松入门(第二版)	35元／本
14260	例说8051	39元／本
15197	零起步轻松学电子测量仪器	22元／本
15127	数字电视知识解读	28元／本
14781	图解电力拖动系统电路	22元／本
15615	怎样识别和检测电子元器件	23元／本
14427	怎样看数字电路图	23元／本
12537	看图学电工技能	34元／本
12337	电子节能灯与电子镇流器的原理和制造	32元／本
11814	识读无线电电路图快速入门	26元／本
11826	彩色电视机单元电路应用与维修手册	44元／本
11819	无线电遥控组件及其应用电路	26元／本
12263	通用集成电路的选择和使用	25元／本
06131	怎样看无线电电路图(修订本)	17元／本

强势品牌		邮购价
2-75	《无线电》杂志及增刊	
2003-2006年第1～12期，2007年第1～12期		6.8元／本
9020052	《无线电》2005年增刊	28元／本
2003年增刊	大屏幕显示器电路解说及维修方法	28元／本
2002年增刊	国产彩色电视机电路解说及维修资料	25元／本
2001年增刊	进口彩色电视机维修资料	28元／本
2000年增刊		6元／本
《无线电》合订本		
14164	2005年上册　28元／本　14165　2005年下册	28元／本
12887	2004年上册　28元／本	
11940	2003年上册　28元／本	
11854	《无线电》2006年合订本上册	28元／本
11855	《无线电》2006年合订本下册	28元／本
82-590	《高保真音响》	
2003-2005年部分期，2006年第1～12期，2007年第1～12期		15元／本
9020021	《高保真音响》2002年增刊	28元／本
光盘产品		**邮购价**
89497	长虹最新彩电电路图集（2CD-ROM）	40元／套
2399	创维最新彩电电路图集（CD-ROM）	40元／套
788024	5.1声道DVD质量样版试机碟（1DVD）	38元／盘
68147	国内外名厂扬声器资料汇萃（CD-ROM）	40元／套
00010	《高保真音响》1994-1998年合订本（4CD-ROM）	110元／套
010013	新型彩色电视机原理与维修（15VCD）	300元／套
0030910	VCD/DVD视盘机原理与维修技术讲座（10VCD）	200元／套
040038	最新打印机工作原理及检修（4VCD）	80元／套
990006	彩色电视机实用维修技术（8VCD）	144元／套
990004	冰箱实用维修技术（4VCD）	72元／套
020015	空调器实用维修技术（6VCD）	108元／套

邮购方法：请将购书款汇至北京市南区崇文区夕照寺街14号A座，收款人：《无线电》杂志社，邮编：100061，请在汇款单附言中注明书号及册数（如购买杂志请注明年份及期数，如要挂号购买杂志请另加3元挂号费），联系电话：(010)67134097-24。

业余电台天线选配指南（下）



文/杨 法

U/V段固定天线

常用的固定U/VHF波段天线，有直立天线和八木定向天线。直立天线外层有玻璃钢天线罩，所以也常被称为“玻璃钢”天线或“棒子”天线。

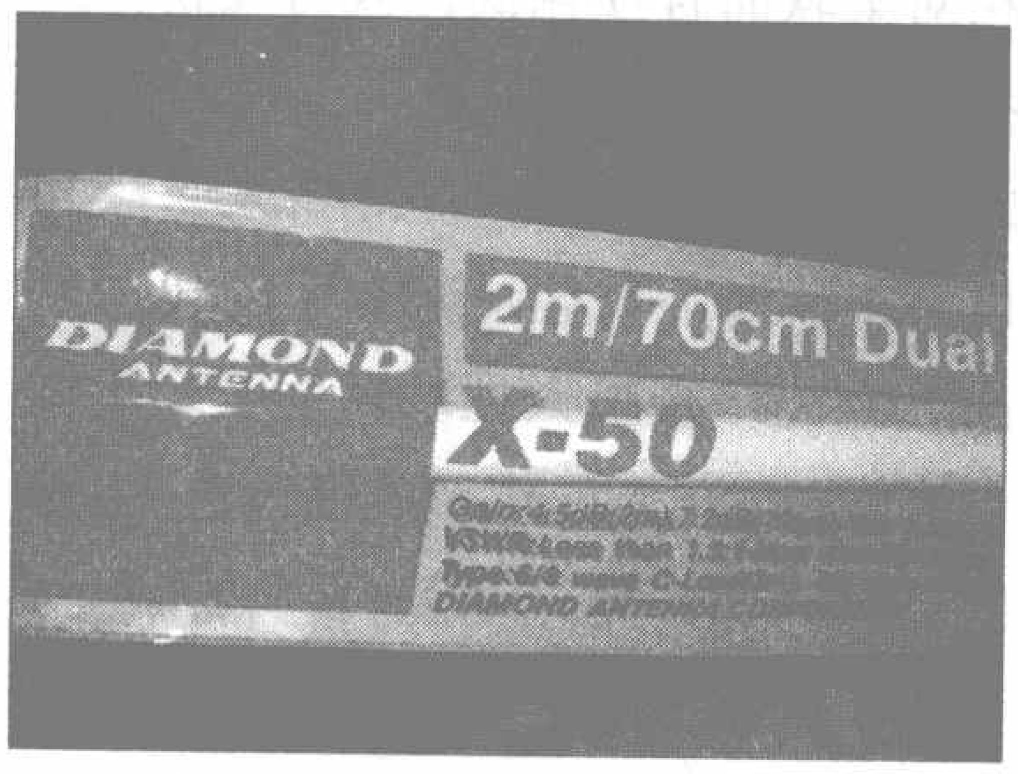


图5 X50玻璃钢双频段天线

垂直天线一般为全向天线，没有方向性。同样技术水平下，一般长度越长天线的增益也越高，常见的垂直天线从1m~6m不等。从天线发射效果而言当然是高增益的长天线效果好，但实际架设中还要考虑架设场地、防雷等综合因素，所以往往会退而求其次，选择长度适当的天线。国内的著名天线生产厂家基本不生产双频段天线，都是以单段天线为主。国内天线业比较有名的厂家有电子部七所、健博通、泰微等，这些厂家的产品性能不输于日本产品，还广泛出口到世界多个国家地区。如果HAM有架设中继台的需要，这些国货精品天线可以是首选。俗话说一分价钱一分货，这些名牌天线价格并不便宜，往往比一些小厂的产品贵一倍以上，但性能更有保证。有HAM朋友原来使用一条网上购得的6m直立天线，天线外壳开裂后换用一条七所的4.5m天线，尽管天线长度短了，但实际使用效果却要比原来6m天线好得多，真是不比不知道。劣质玻璃钢天线的材质比较薄，抗紫外线性能也比较差，使用1~2年后玻璃钢外罩容易开裂，导致天线进水报废。较长的天线抗风性能不强，遇到大风容易被吹弯。

进口品牌的天线以双波段天线见长，U/V段固定天线国内最有名的还是日本的DIAMOND钻石牌天线，其X510天线在国内备受HAM推崇，X510全长5.2m，144MHz/430MHz标称增益为8.3/11.7dB，指标很不错。市场上有多种高仿的X510天线冒充原品出售，这些仿制品驻波比控制得不错，但发射效率与原品有明显差距。

相对于长度较长的X510天线，长度只有1.7m的X50天线显得短小精悍，X50是DIAMOND的经典产品，144MHz/430MHz标称增益为4.5/7.2dB，架设起来并不招摇。市场上DIAMOND原装天线中还有X200、X400天线，它们的性能和长度介于X50和X510之间，基本没有仿冒的，担心买假货的朋友可以考虑一下。

对于架设固定室外天线不方便的朋友，可以考虑将车载天线作为固定使用。作为固定使用就不必考虑天线的长度带来的行车不便，可以选择长度长增益高的产品。需要注意的是，车载天线离开车辆使用需要架设人工地网才能很好地发挥天线的性能。

现在主流的进口车载台都是双频段的，所以使用双频段天线避免了切换，同时也只需要使用一条馈线，大大节约了馈线花费。俗话说术业有专攻，即便是进口的名牌双段天线在实际使用中也比不上同长度的优质独立波段天线。对于追求极致的业余电台发烧友分别选用国产名牌单波段天线独立架设144MHz和430MHz天线是比较理想的做法，天线选择可以使用天线切换器。

八木天线是最常见的定向天线，优点是主通信方向上增益高，增益很容易达到10dBi以上，缺点是具有方面性而且增益越高方向性越尖锐。由八木天线的特点决定了八木天线比较适合点对点的定向通信，但业余电台的通信模型是点对面，所以有必要在八木天线下增加旋转机构，使八木天线可以按需要对准不同方位的通信对象。U/V段八木天线的制作技术远低于高增益直立天线，所以国内很多中小厂家的产品性能都很不错，没有必要刻意追求进口产品。

八木天线的单元数直接关系到天线的增益和方向性，一般八木天线以5~9单元比较实用。还有将2或4条八木天线组合成阵列，此时增益虽然比较高但方向性更为尖锐。对于没有转向机构的朋友建议选择5单元左右的天线，在增益和方向性方面有较好的平衡，比较适合住在郊区的HAM把天线固定对准城区。利用八木天线的

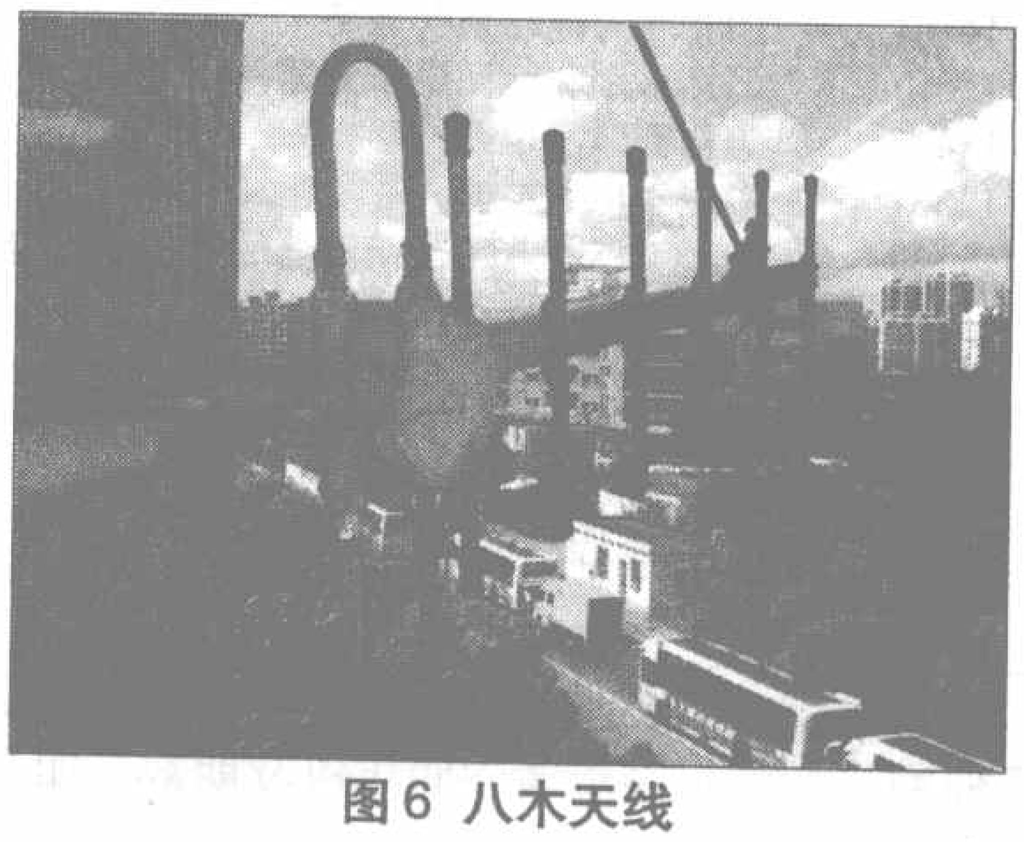


图6 八木天线

方向性配合信号强度显示还具备一定的无线电测向功能。

短波天线

业余电台常用的短波天线有倒V天线、正V天线、水平天线、直立天线、八木天线。

倒V天线具有价格低、架设容易效果好的特点。只要有一个一定高度的中心支点就能方便架设。由此倒V天线也是业余爱好者中使用最多的天线，天线振子主要是普通电线，如果自制7/14/21MHz三波段倒V天线成本不会超过100元。当然使用成品可免去制作的麻烦，市场上典型产品有DIAMOND W-8010 5波段天线，参考价格在800元左右。

正V天线与倒V天线属于同一类型，只是天线开口形式不同。正V天线的振子主要是硬质的铝管类材料，它不需要高支点，它的中心点位于天线的下部，其优点是方便安装在旋转器上进行旋转。正V天线和倒V天线都具有一定的方向性。如果没有旋转机构，那么架设倒V天线更实惠。市场上正V 天线的典型产品有日本CREATE的730V，参考价格在3000元左右。

直立天线以架设简便而著称，很多爱好者楼顶屋面有限，不适合架设倒V天线或者水平天线，都自然想到短波垂直天线。短波垂直天线除了高度以外，其外形与U/V段的玻璃钢天线还是有区别的，它除了垂直的天线主体外通常还有不短的地网系统，架设起来对场地空间要求比U/V段玻璃钢天线要高，占地也要大。市场上典型的短波直立天线有DIAMOND 的CP-6和Cushcraft R7000，CP-6的市场参考价格在2300元左右，见图7。尽管它的价格不低，但不少用户认为实际使用效果并不如意，在很多情况下还不如几百元的倒V天线。

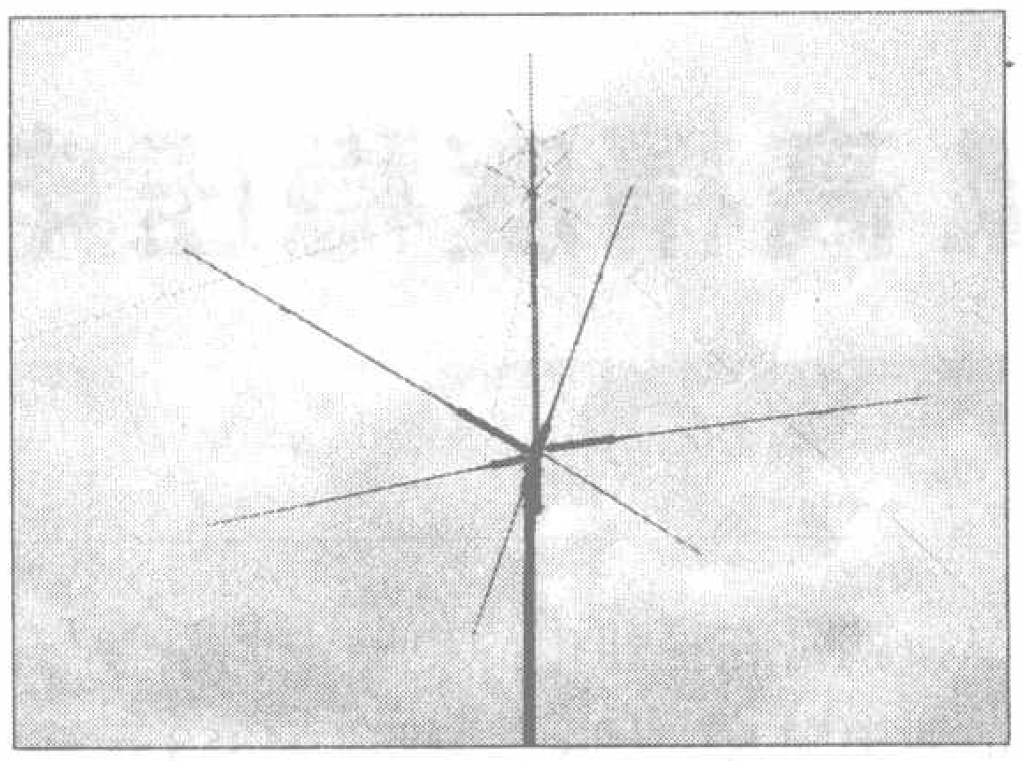


图7 CP-6

市场上还有一种宽带短波天线，号称无需天线调谐器在很宽的短波范围内都能控制很好的驻波比。这类天线属于带吸收电阻型（天线中间有个体积比较大的短棒状匹配元件，里面就是吸收电阻）的宽带天线，主要用于商用电台，发射效率比较低，并不适合业余电台高效使用。

短波八木天线是业余电台爱好者的终极梦想，短波八木天线体积庞大，而且配合八木天线使用的还有铁塔和大型转向器。所以虽然使用短波八木天线通信效果好但投资比较大，而且安装工程也比较大，大型天线的防风和防雷都需要考虑在内。一般整套短波八木天线系统成本都在万元以上。短波八木天线中有一类HB9CV八木天线只有2~3个单元，体积相对比较小，对转向器扭力要求也比较小。市场上著名的短波八木天线品牌有Cushcraft、Hy-Gain等，典型产品有CUSHCRAFT A4S、X7、X9，A4S参考价格在4200~4800元，X9外形见图8。此外专业转向器的价格在3000~4000元，5m的铁塔价格也在4000元左右。

什么才是好天线？

什么才是好天线？这是大家很关心的问题，我们不要盲目迷信洋品牌，相信国货也有精品。很多业余电台爱好者手里有用于测量天线驻波比的仪器——驻波/功率表，高档一点的拥有MFJ-259/269天线分析仪。很多爱好者用单纯的驻波比去衡量天线的好坏，其实这是不全面不科学的。我们应该有这样一个概念：“驻波比SWR小 ≠ 发射效率高 ≠ 好天线，实际发射场强高，才是硬道理。”

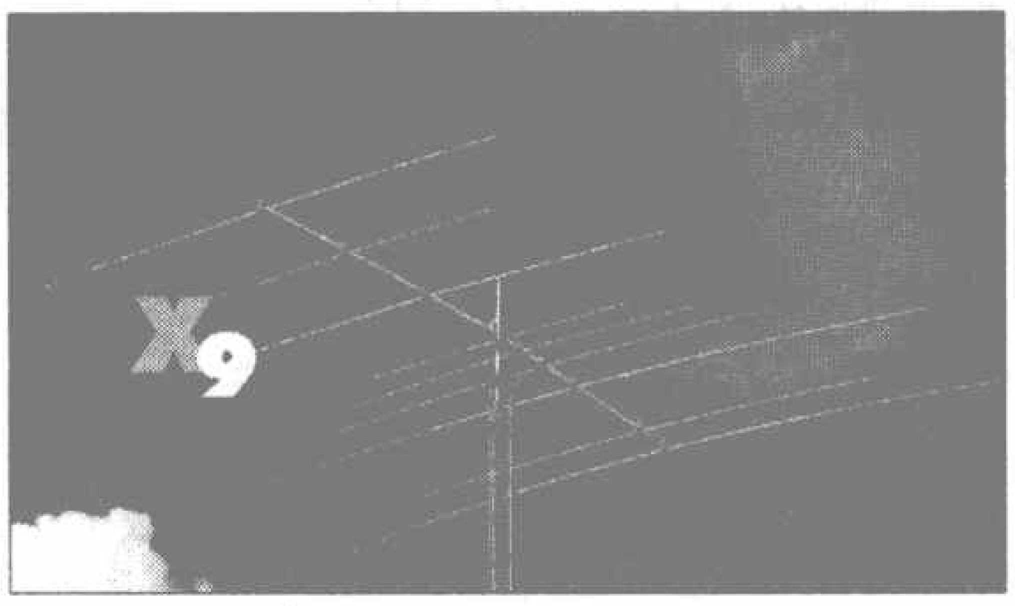


图8 Cushcraft X9 短波八木天线

测量天线的辐射效率通常直接测试场强，需要使用场强接收机、测量天线、标准参考天线。专业的场强接收机/测试接收机如EB200/ESMB很贵，具备数字测量读出的频谱仪更贵。作为业余爱好者利用廉价的有线电视场强仪和自制的简易场强仪，通过对比的方法来评价天线的发射效率是比较可行的。

自制简易场强仪电路如图9所示，用两个2AP9之类的锗二极管构成倍压整流电路，然后驱动一个50μA的表头或者指针万用表最小挡。

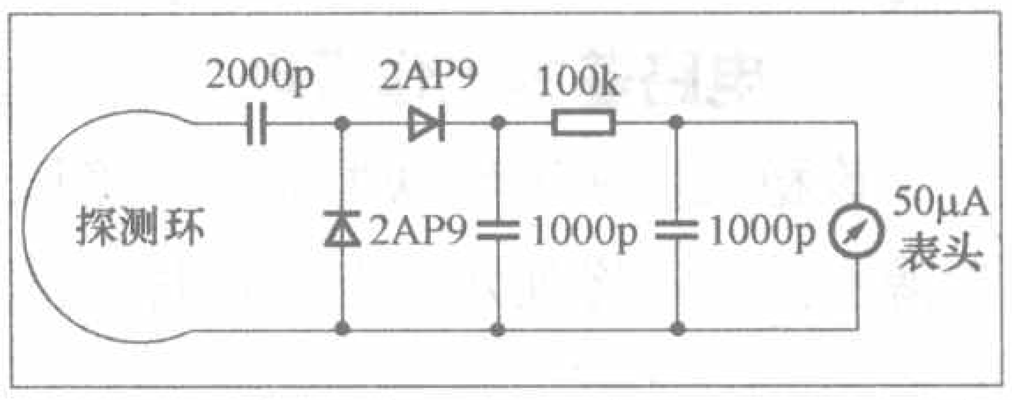


图9 自制的简易场强仪电路

将天线安装在同一平台上（同样的发射机、馈线系统），然后更换测试的天线发射，用场强仪读取参考点电磁波的场强。还有的“土”办法是将天线安装在同一个平台上然后分别发射（比如同一辆车同一个电台换用不同的天线比较），在远处用对讲机的信号指示条（信号显示不要满格，最好信号条显示1/3~2/3处）来比较测试天线在固定频点上的发射效率，通过几条天线的对比，辐射效率高的天线就是好天线。

0V~35V/10A高精度稳压电源的制作

文/邓　华

笔者自制了一款稳压电源，该电源主要采用运算放大器给推动管的基极供电，利用PNP、NPN三极管模拟晶闸管工作原理制作了切断式保护电路，可输出0V～35V连续可调电压，且调节方便，稳压精度高，结构简单，使用元器件少，取材容易，性能稳定可靠。

技术性能

1.输出电源电压范围：0V～35V连续可调。

2.输出电流：0A～10A。

3.纹波电压不大于0.5mV。

4.输出稳压精度：0A～10A ≤10mV。

5.输出电阻：R_{OUT}=0.02Ω。

6.具有输出过载短路切断式保护功能。

电路基本工作原理

该稳压电源为串联型晶体管稳压电源电路如附图所示。基本原理很简单，就是在稳压电源电路中调整管与负载电阻RL串联。调整LM358运算放大器的2脚，以输出电压的变化去控制调整管的集电极和发射极之间的电阻，即控制调整管的V_{ce}（即管压降），使输出电压产生变化。

电路的基本组成

由图1可见，该稳压电源由电源变压器、辅助电源、整流滤波、推动、调整管、基准电压、取样电路、比较放大及过载短路保护等环节组成。以下就如何提高稳压电源输出精度及输出过载短路保护工作作重点介绍。

1.比较放大器

比较放大器是由辅助电源提供基准电压来放大差值信号的直流放大器，为了提高稳压电源的稳压性能，要求比较放大器的放大倍数要高，动态稳定性能要好。这里采用运算放大器LM358控制VT1的基极，并采用独立的辅助电源给运算放大器LM358供电，使它不受稳压电源输出纹波的影响，又能保证运算放大器输出的稳定性，大大提高其增益，以控制调整管输出精度。这就可以在输入电压变化时，保持输出直流电压基本不变，使稳压系数降到最低。从物理意义上讲，硅稳压管与稳压电路稳定系数相同，稳定系数愈大说明稳压性能愈好。另外，为了把调整管损耗降到最低的同时发挥其最大效率，在交流电源输入端可加装交流电压转换开关S2，这样在使用低电压时调整开关S2，既能使输出稳压精度不受影响，又能降低调整管的管压降，把调整管的损耗降到最低。

2.保护电路

接通电源，在稳压电源正常工作时，晶体管VT4处于饱和导通状态，VT5截止，使稳压电源在不受电路任何影响下正常工作。为什么稳压电源在正常工作时VT4处于饱和，VT5能截止呢？稳压电源在正常工作时，VT4的b−e之间电压为−0.8V。b处于高电平。因VT4选用的是PNP管，它处于饱和导通，则VT5的b−e处于0电位，达不到它的开启电压而截止。所以稳压电源

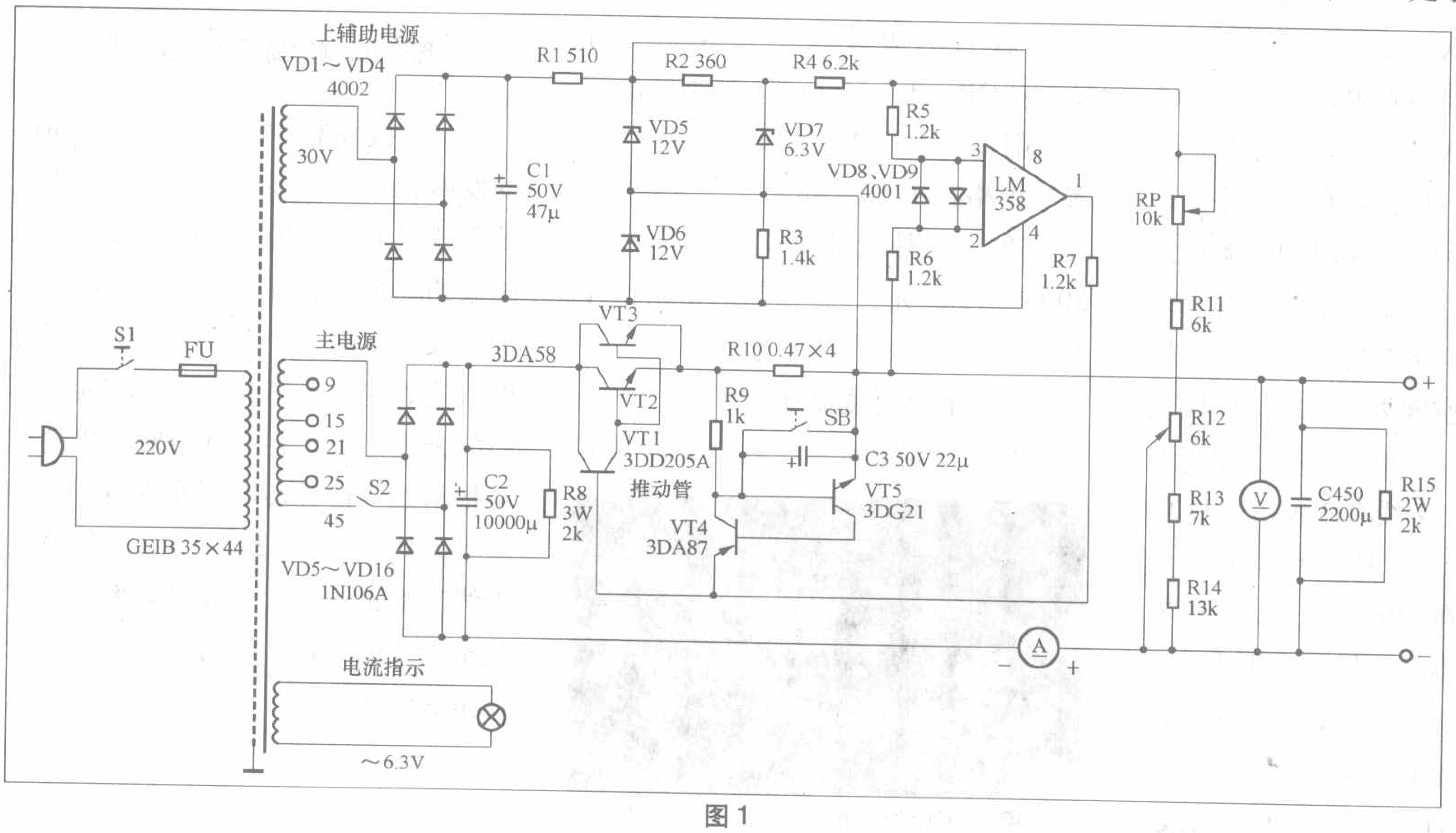


图1

在正常工作时保护电路不会给稳压电源带来任何影响。

当输出过载或短路时，串联在调整管发射极的电阻R10两端电压降（极性如图1所示）突然增加，这个增加的正电压通过电阻R9加到VT5的基极，使VT5由截 止变为导通，VT5的导通使VT4基极降为低电平。V_{be}约0.1V～0.2V，随着VT4由饱和变为导通，将VT1（推动管）基极电流切断短路对地，调整管基极失去了触发电流而截止，稳压电源停止工作。输出电压为0，从而起到了保护调整管的作用。根据电路原理分析，这种保护电路也可以看成是一种模拟晶闸管工作原理的应用。

上述切断式保护电路即当输出过载或短路故障排除后，稳压电源不能自行恢复工作，为了使稳压电源恢复正常工作，可采取以下两种措施。

(1) 可切断（220V）交流电源，再接通交流电源，稳压电源即能恢复正常工作。

(2)可在稳压电源电路上安装1个恢复按钮，见图1，恢复按钮SB的原理就不再叙述了。

上述切断式保护电路有两个优点：一是当保护电路起作用后，可使稳压电源停止工作，这样就克服了限流式保护电路的缺点。二是电路简单，元器件少，便于制作。但它也有不足之处，即当输出过载或短路故障排除后，要人为地使稳压电源恢复正常工作，不像限流式保护电路那样，故障排除后能自行恢复正常工作。但限流式保护电路只限于小功率低电压使用。在大功率高电压使用时，可靠程度受到限制。而切断式保护就不同于限流式保护，它在额定功率范围内使用非常安全可靠。

元器件选用与电路的制作

除电源变压器和调整管外，整流滤波部分制作在一块印制线路板上。主电路与辅助电路制作在一块印制线路板上。调整管可根据自己实际使用情况，设计输出功率大小，并将调整管安装在足够大的散热器上。电源变压器也可根据自己的实际使用情况而定，在绕制次级绕组时，输出要比设定值大，辅助电源也可以单独设立，用一个3W～4W、输出28V～30V的小型变压器就可以了，也可以在电源变压器的次级加绕一组，输出交流电压同上。

在元器件的选用上，整流管VD1～VD4选用1N4002，主电源整流管VD5～VD16可选用6A/200V塑封管，由12只3桥并联组成，减少内阻。滤波电容的电容量要选大一些，最好选10000μF，耐压63V。各电阻均选用1/2W金属膜电阻。调整管选用3DD101、3DD15D，放大倍数在20～40倍都可以。运算放大器可选用单运放和双运放，型号有RC4558、TL072、LM358、NE5532。RP可选用线绕电位器。其他器件无严格要求。电路实物如图2所示。

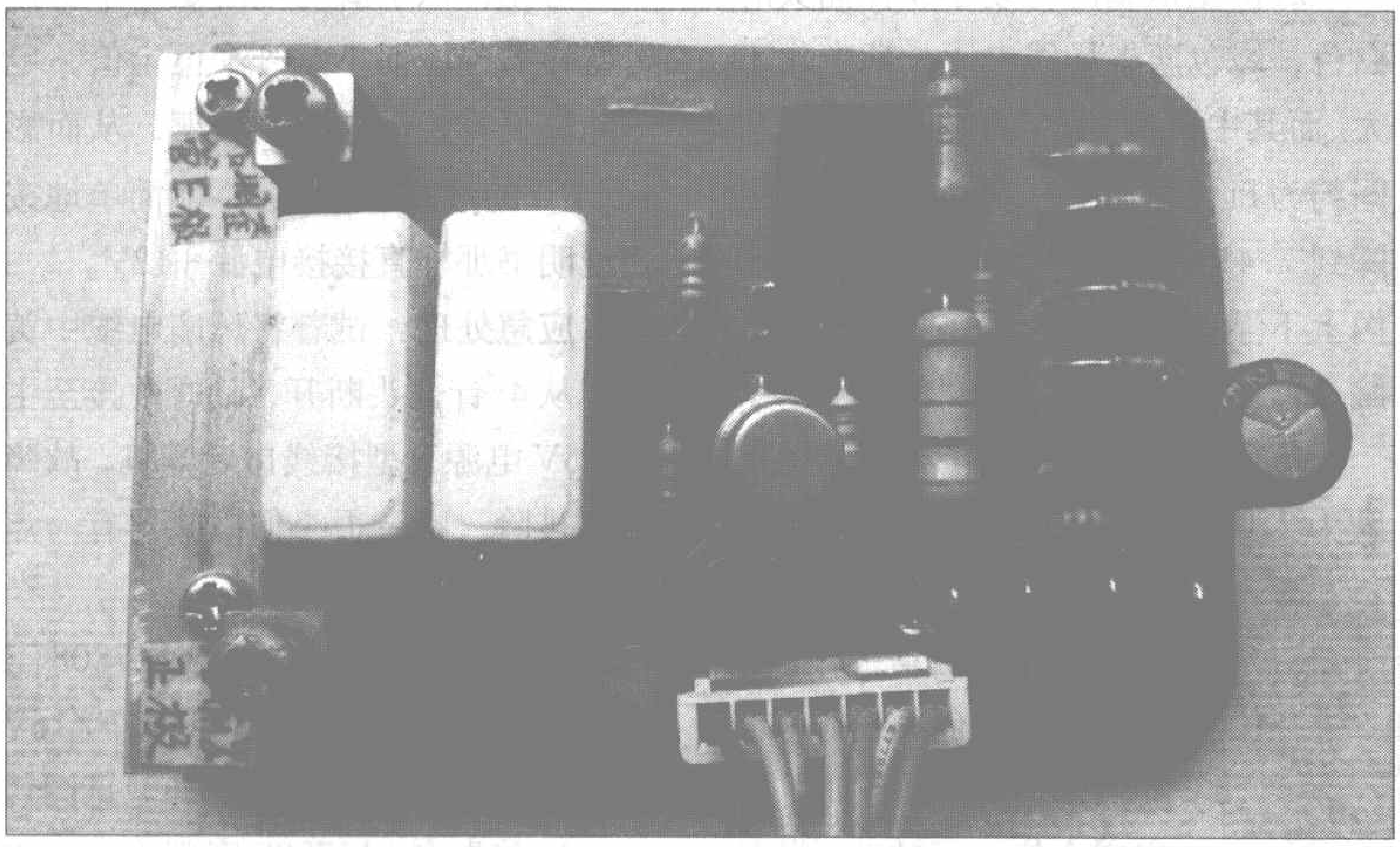


图2

装配调试

按电路图装配好，细心检查，确认电路无误后即可通电调试，也可以分段调试，分段调试好后再进行整机调试。本机装配调试简单，细心者可一次成功。如果输出电压不能调到0或最高值时，可以调整R4阻值。若出现输出电压不能调整时，应检查调整管及推动管是否被击穿。如果以上调试良好，再调试输出过载或短路保护，输出大功率的稳压电源必须按设计要求在额定功率下带负载调试，当输出功率达到设定值时，保护电路就会动作。如果保护电路不动作，则是R10阻值太小。如输出功率达不到额定值，保护电路就动作，就是R10阻值过大，可在调整前先进行理论值计算，如R10的阻值是0.94V/1A=0.94Ω。过载保护调试好后再调试短路保护，可先将输出电压调低至2V～3V，输出正负两端进行短路对接，短路保护电路就会动作。低电压调试保护短路良好，检查各元器件没有问题后，逐渐调高输出电压再试。过载短路保护后按恢复按钮SB或开关220V电源，稳压电源应能恢复正常工作。若以上调试都没有问题，最后可调试稳压电源的稳压性能。对不同的输出电压接不同的负载RL，比如输出电压6V，负载RL接2Ω的电阻，它的负载RL电流就应该是3A，这时测量输出电压应该在5.990V范围内（数字表），否则应检查、测量调整管的放大倍数是不是太低。

利用三端稳压集成电路解决电脑死机故障

文/王涤生

前不久，笔者的电脑在使用中忽然出现无规律的死机现象。该电脑的配置为：技嘉GA-81865GVMK-775主板，配Intel Celeron D336（LGA 775）盒装CPU加金士顿（DDR400）512MB内存，采用350W“能源之星”配套电源，安装Windows 2000 SP4操作系统。当初没在意，以为是受病毒的影响，只要按照常规处理——先杀除病毒，再重新启动电脑，就可以万事大吉了。可是后来发现，事情并非如此简单，电脑仍然频繁死机。

在重新启动电脑系统自检后，有时可以顺利地进入操作桌面，并且可以连续工作2~3小时，有时则在自检后便立马死机。其中有一次按Reset键热启动4次才顺利地进入了桌面，且进系统不久后仍然死机。

电脑才买不到一年，如果送修，路途较远很不方便，于是自己尝试卸下机箱侧面盖板，仔细观察。发现死机是CPU上面的散热器风扇出现了不定期的停止转动，从而导致CPU散热不良，芯片温度急剧升高而无法正常工作。而在死机状态下，若再按一下Reset键，风扇又会重新转动，并进入下一轮死机循环。

CPU电风扇是通过电缆小4针插头连接在主板上的，是什么原因造成风扇停止转动呢？

查CMOS设置中“PC Health Status”选项里“CPU Smart Fam Control”和“CPU Smart Fam Mode”等相关项目，没有发现被恶意病毒改动的迹象。

于是找来一块4位半数字式万用表，将万用表黑表笔（电压表负极）插在4针D型插头孔内（黑色接地线），用红表笔（电压表正极）分别检测、监控电风扇的小4针插头的各接口在线电压值（主板CPU_FAN处），测量结果见附表。

监测发现：

1.测量电脑电源4针D型插头+5V、+12V供电电压十分稳定，用双踪示波器测量其交流纹波电压甚微，独立电源完全正常；

2.测量风扇的电缆小4针插头的白色、绿色两根导线电压长期变化不大，而其中黄色+12V的电压在开机瞬间约为11.85V左右，启动后会自动下降到7.41V~8.25V并基本在该范围内上下浮动，风扇转速也随之波动，电脑正常工作；

3.偶尔，当风扇黄色导线的电压跌为2.01V~1.22V时，风扇转动奇慢，散热器开始发热，电脑尚能维持正常工作；

4.当黄色导线的电压突然跌落到0.21V时，风扇完全停止了转动，散热器急剧发热，电脑很快死机，用手拨动风扇时叶片转动灵活。

附表 散热器风扇的电源小4针插头实测电压值

线序	1	2	3	4
导线颜色	黑	黄	白	绿
导线功能	接地	电源+12V	转速侦测	速度控制
实测电压值	0V	8.43V	2.64V	4.52V
电压特性	不变	0V~12V	不变	不变
检查情况	*	故障	良好	良好
改进方式	不变	固定于6V或8V	不变	不变

死机原因：由于主板上风扇智能供电电路发生了间歇断电，风扇停止了转动，CPU散热不良温度过高造成电脑死机。

查主板说明书：CPU电风扇小4针插头的2脚接在主板上，标明是电源+12V。

经过网上资料搜寻：技嘉GA-81865GVMK-775主板采用智能散热方式控制风扇的转速。

实际情况是：当风扇黄色连线的电压接近+12V时，CPU散热情况良好，但风扇噪音很大。当风扇黄色连线的电压低至+6V时，电脑能正常工作，噪音非常小并且很节能，但是散热差一些。在室温+30℃左右的条件下，若采用+8V供电，两者都可以兼顾。

可见，该引脚的电压是一个受控可变化的电压而不是一个恒定值，电压的高低将控制风扇的转速，从而影响CPU的散热效果，但不能简单地按照说明书那样直接接电源+12V。

应急处理：试着将风扇电缆中黄色线从4 针插头断开，临时改接至主机+5V电源D型接线口后开机，故障基本排除，噪音很小但散热器有一点发热。

故障修理：找来一只LM7808三端稳压集成电路和一只470μF/16V电解电容器备用。LM7808外型见图1。

1.首先在LM7808底部涂上少许

走进仿真世界

Protel 99 SE 仿真实例
——典型锁相环电路的仿真

文/高贺一

锁相环电路抗干扰性强，有稳定的振荡输出，在现代电子设备中得到广泛应用，本文介绍如何用Protel 99 SE软件来仿真典型锁相环电路及怎样分析仿真结果。

一、建立仿真新文件

建立仿真新文件、装入元件库、仿真原理图绘制及其放置元器件、连线、调整等与绘制普通原理图方法相同。本锁相环仿真电路建立的新项目数据库名为："锁相器.Ddb"，原理图文档名为"PLL.Sch"（见本期配刊光盘）。

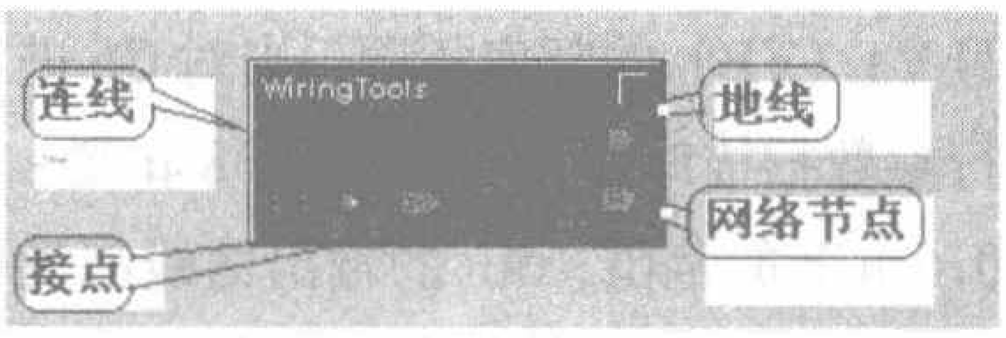


图1

特别注意：装入的元件库应为仿真元件库Sim.Ddb；连线、接点、电源、接地都要使用带有电气特性的连接符号放置，在原理图上执行菜单命令View/Toolbars/Wiring Tools就可打开电气特性连接符工具栏"Wiring Tools"，如图1所示。

二、设置仿真条件

在设计的仿真原理图(参见图2)中添加脉冲电压激励源V1，双击V1，得到如图3所示参数设置对话框，参数设置如下：在"Part Fields"页下Initial=0，Pulsed=1，Time=0，Rise=1n，Fall Time=2n，Pulse =0.2m，Period=1m，其他为默认值。设置仿真初始条件

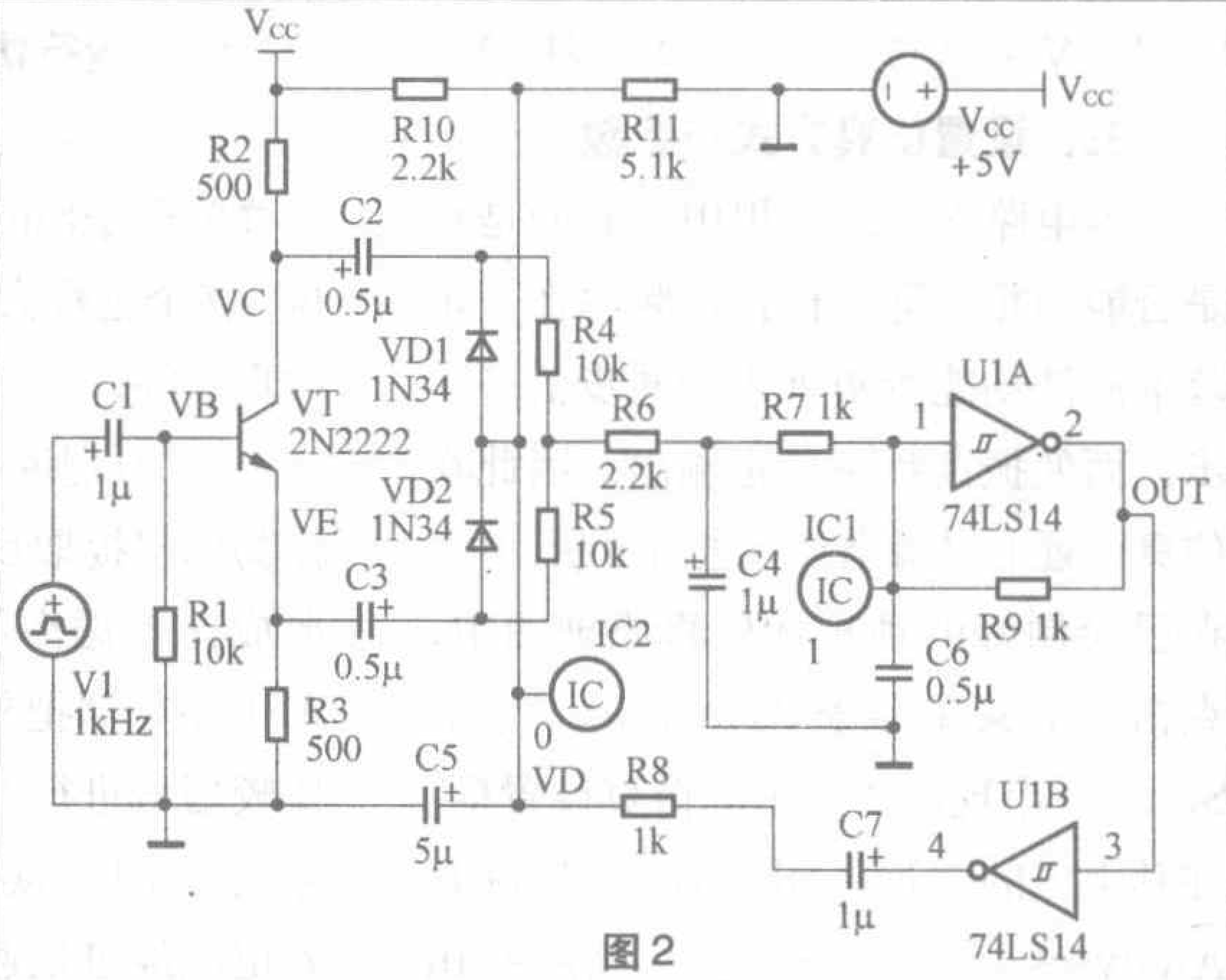


图2

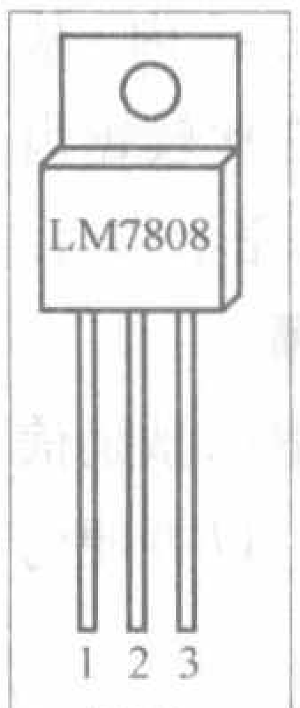


图1

导热硅胶，再用 φ M4螺丝钉小心地固定在后面板合适的位置上（机箱内部铁板有许多小孔），利用机箱对LM7808进行散热；

2.如图2所示，用电烙铁将LM7808输入端1连接到主机电源4针D型接线插口+12V孔内（黄线），稳压块的接地端2（中间引线）连接到主机电源4针D型插头接地孔内（黑线），并就近焊接在机箱上；

3.将风扇电缆断开的黄色线改接

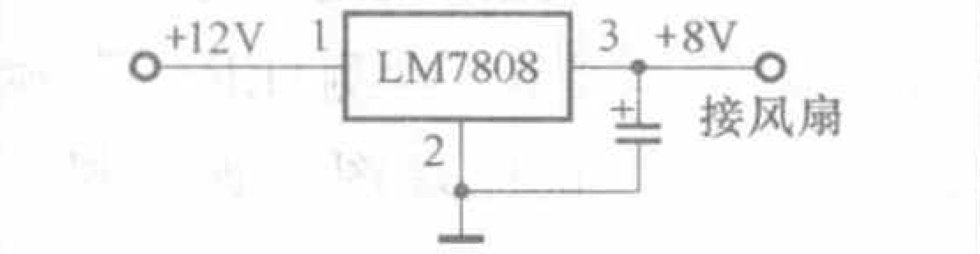


图2

到LM7808的+8V输出端3上；

4.在LM7808的3脚与2脚之间连接一只470μF/16V电解电容器组成滤波电路。

经过以上改进后，风扇4针插头仍然插在主板的CPU_FAN 4针插座位置上，不过CPU电风扇供电电压值却被固定于+8V左右了。

检查电路无误后，开机结果风扇运转正常，故障排除，再没有发生风扇停转造成电脑死机的现象。

不过，采用这样一种方式，就使原来主板上的智能供电散热方式失效了，且影响了风扇的使用寿命，同时噪音很大。

建议：安装两种供电方式，高压供电为+8V，低压供电为+6V。如图

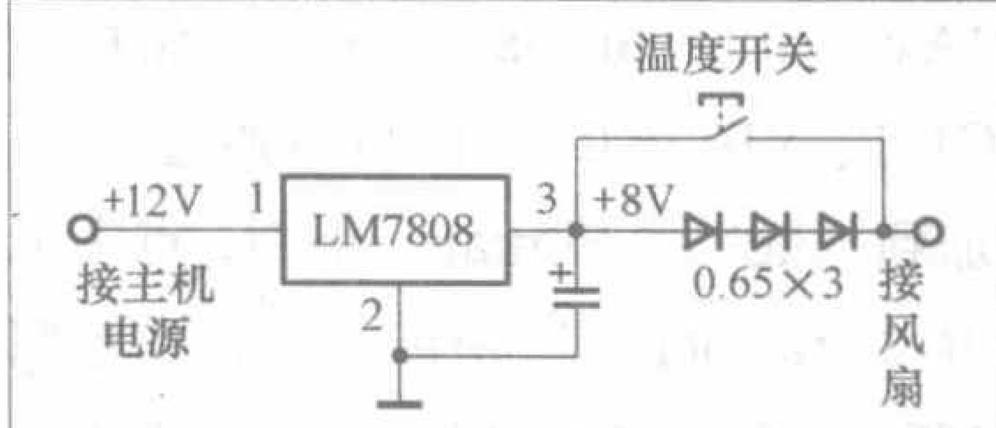


图3

3所示，可在风扇接线电路中串接三只电流为2A的硅二极管，利用PN结正向降压得到+6V降压电路（8.00V−0.65V×3≈6.05V），另可在二极管两端装上一只自动温度开关，设定温度为50℃开。平时采用+6V供电，一旦CPU芯片温度过高，温度开关就会闭合以+8V供电，依然实现了风扇的智能控制。

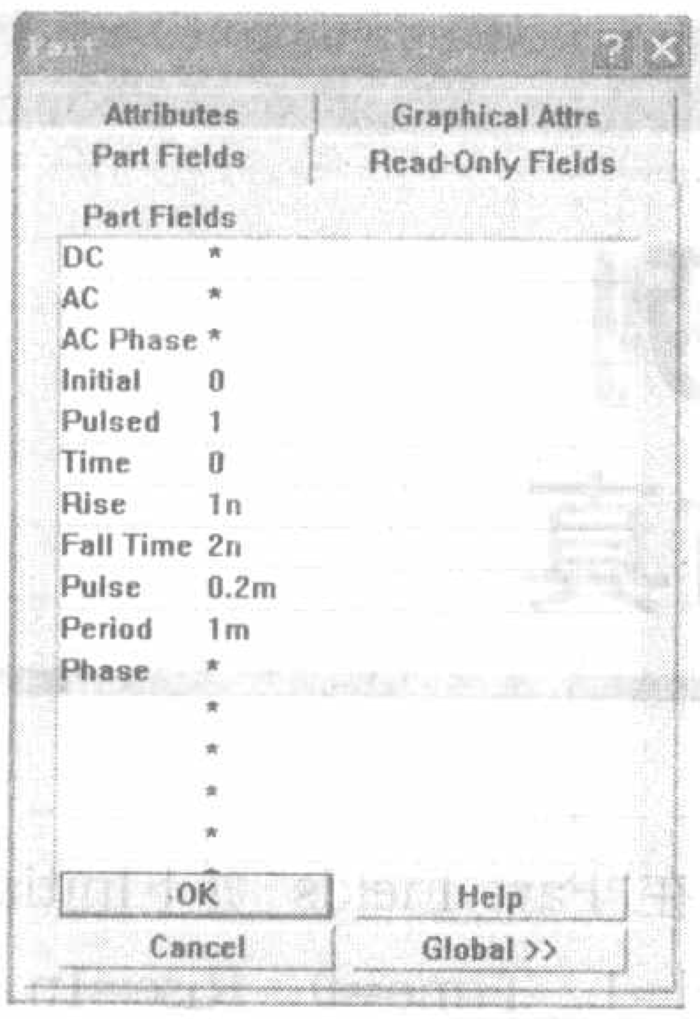


图3

IC1、IC2，Part Type设置为1和0，其他为默认值。并设置节点网络标号OUT、VB、VC、VE、VD（见图2）。

三、设置仿真方式与参数

本电路在实际运用中关心的是它是否能锁相，即本机振荡频率在一定范围内波动能否被外来的同步信号同步，而使振荡频率稳定输出。因此在仿真设置上对瞬态特性进行分析即可。在已绘制好的锁相环仿真原理图中，点击上方菜单命令Simulate下的Setup，出现图4所示的仿真设置框。在其上方的“General”页下的“Select Analyses to Run”中选中“Transient/Fourier Analysis”，将下方“Available Signals”框中网络标号OUT、VB、VC、VE、VD通过“>”加到“Active Signals”框中。点中上方“Transient/Fourier”页，出现图5所示的瞬态特性分析框，在其中不选中右侧的“Fourier Analysis”和“Always set defaults”，选中左上方“Transient Analysis”且将有关参数

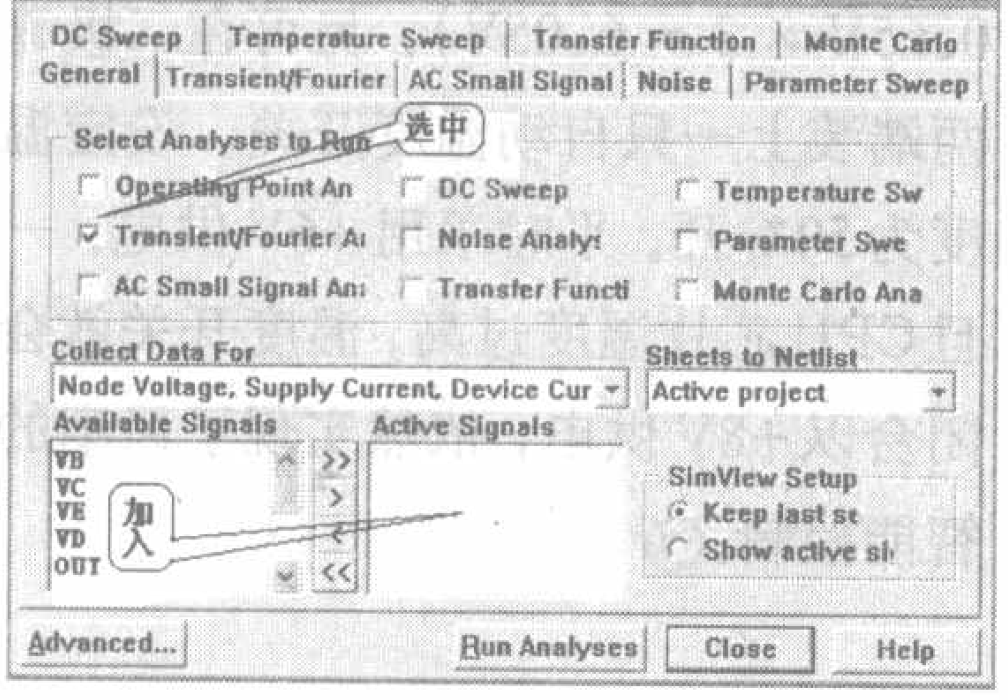


图4

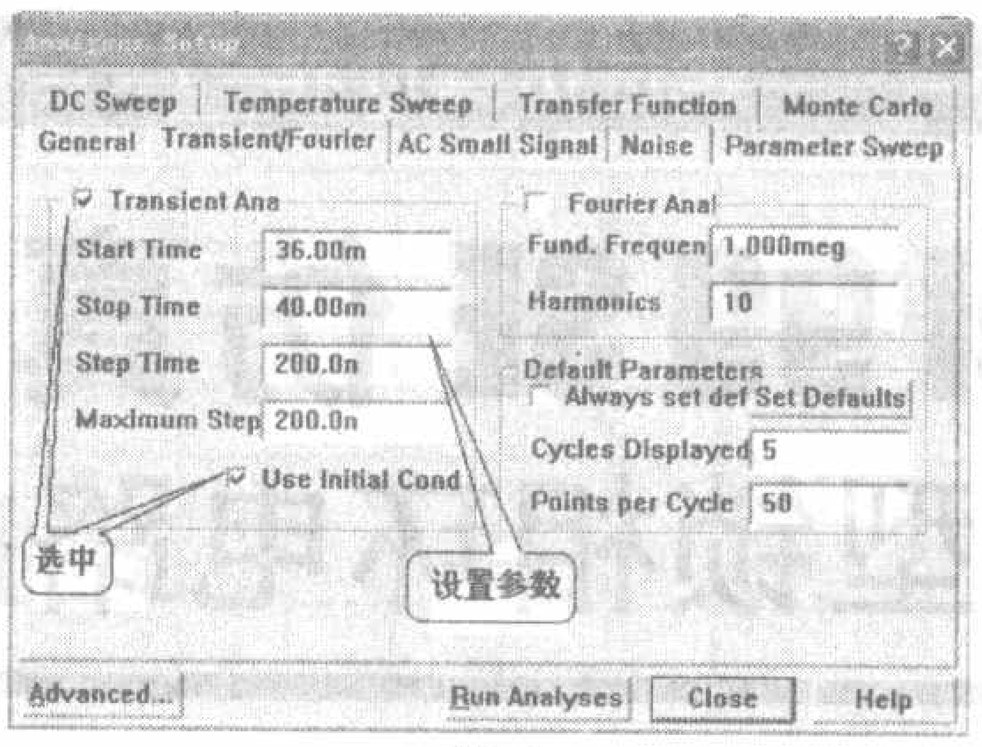


图5

设置为“Start Time 36m，Stop Time 40m，Step Time 200n，Maxi-mum Step 200n”，同时选中“Use Initial Conditions”，参数设置选好后，点击下方的Close退出。

四、运行仿真

在已绘制好的仿真原理图上方点击菜单命令Simulate下的Run运行仿真。这个过程会生成一个“.sdf”波形仿真文件。

1. 原理说明（见图2、图6）：从振荡输出提取反相信号经过积分电路形成比较锯齿信号送AFC鉴相器，AFC鉴相器把外同步信号与本机振荡比较信号进行相位或者频率的比较产生误差电压，误差越大则输出越大。误差电压经过低通滤波变为误差直流电压，反向控制压控振荡器的振荡频率变化方向，牵引回到符合要求的频率范围中（这里采用的是回到同步信号的频率范围）。

在该电路中，V1为脉冲信号源，即同步信号，其波形可以从图7中的vb看出。C1、R1为输入耦合电路，VT、R2、R3、C2、C3、VD1、VD2、R4、R5组成分相型平衡式鉴相器。R6、C4组成环路滤波器（即低通），其时间常数的大小决定了锁相环的压控性和频率的稳定性。R7为隔离电阻，U1A、R9、C6组成压控振荡器。U1B为反相器，使锁相环满足比较信号的相位要求。C7为隔直电容，保证VD点平均电压为0。R8、C5组成积分电路，形成比较锯齿波。R10、R11分压，给鉴相器一个初始电压。

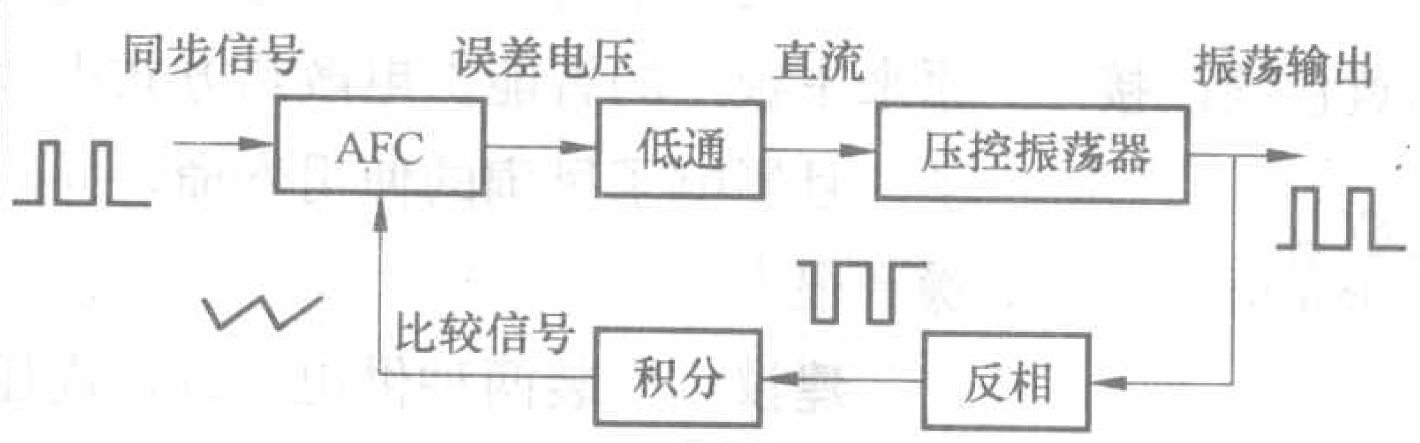


图6

2. 观察与分析仿真结果：参考波形图见图7，分析如下：vb为同步信

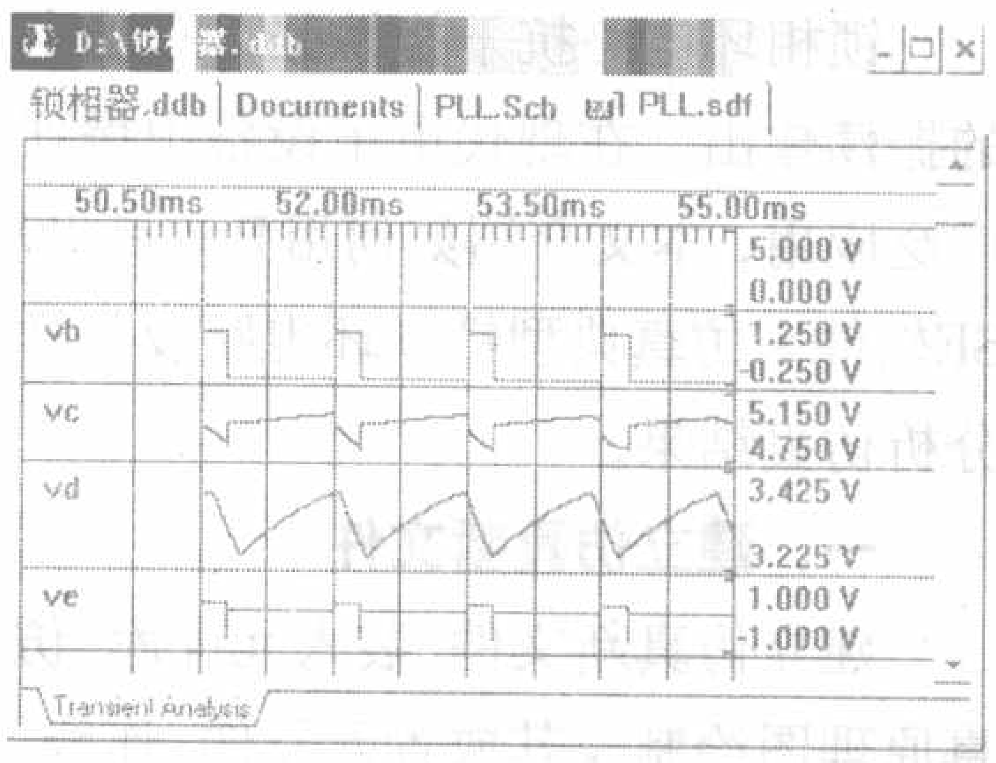


图7

号波形，vc、ve为分相波形，vd为比较锯齿波，out为锁相环振荡输出，振荡器的周期约T=1.4R9C6（注意还应考虑C4的影响），out的输出与同步信号V1（VB）的频率相同，当对C6进行参数扫描时，找出取值0.38μF～0.5μF的范围，out的输出曲线都没有变化，说明压控振荡器的频率发生了近10%的变化，但都在锁相环锁定的同步信号的范围（周期1ms）内。从波形上观察，同步信号落在比较锯齿波的逆程斜坡上，与理论值完全吻合。

五、仿真运行注意事项

1. 必须放置和连接可靠的激励信号源且各项参数设置恰当，以方便仿真过程中驱动整个电路。

2. 定义电路的仿真初始条件。**注意**：合适的初始条件它能在瞬态分析过程中对振荡电路能否在仿真中起振尤其重要，使电路可以摆脱“停顿”状态。

3. 在原理图仿真之前，先进行原理图的“电气检测（ERC）”，确认原理图无连接错误后，再运行仿真。

Proteus仿真软件中虚拟终端的使用

文/李军斌 任益芳

Proteus仿真软件中提供的虚拟终端，允许用户通过屏幕接收仿真电路中微处理器串行口发来的数据，同时也能够让用户通过PC机的键盘向仿真电路的微处理器发去串行数据。有了这个虚拟终端，就方便了我们在用Proteus进行微处理器仿真设计时，对串行接口的工作情况进行观察和调试。

一、虚拟终端的设置

如何在Proteus的仿真线路中使用虚拟终端呢？首先用鼠标点击工具栏中的仪表按钮，然后按图1所示

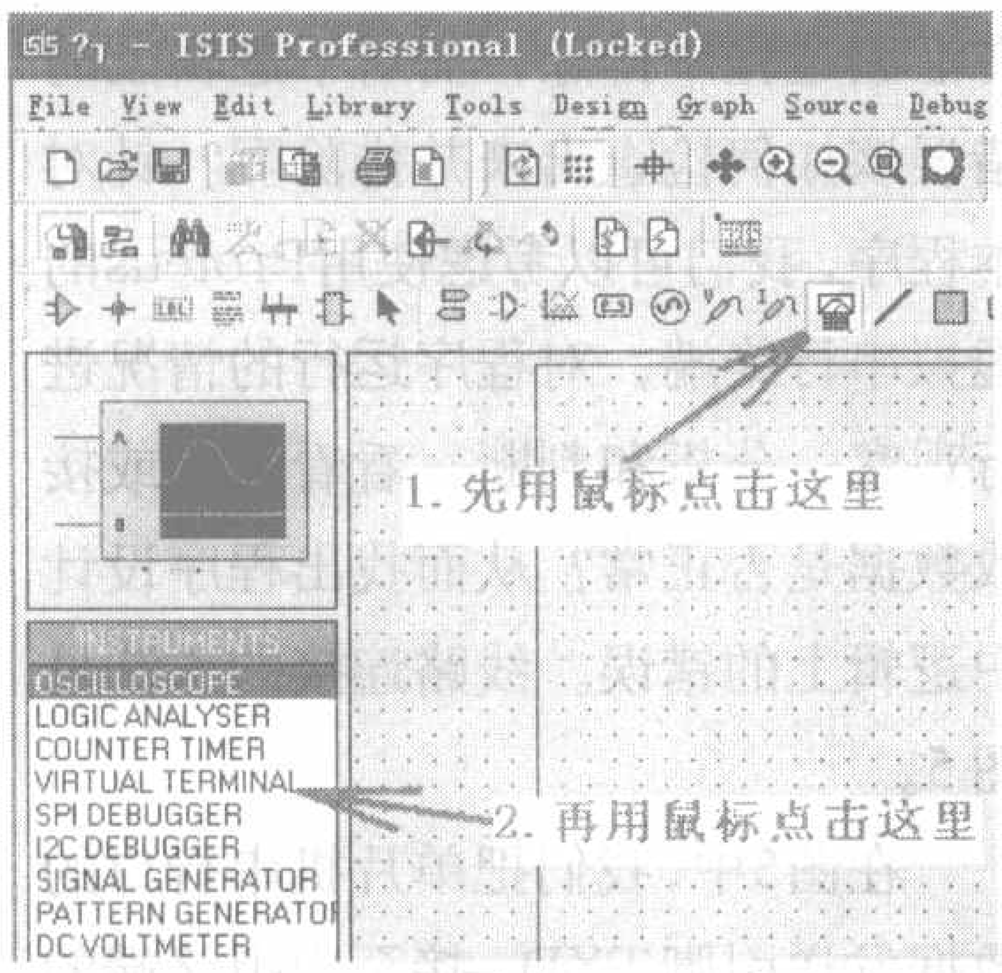


图1

用鼠标左键点中窗口左侧INSTRUMENTS(仪表)栏目中的VIRTUAL TERMINAL(虚拟终端)，就可以在Proteus的仿真电路中放置虚拟终端了，放置的方法是把鼠标移动至欲放置虚拟终端的位置点击鼠标左键即可，这样一个虚拟终端就放置好了。当然，如果你觉得放置后的位置不满意，还可以选中它后移动、旋转。虚拟终端的图形见图2，虚拟终端总共有4个引脚，分别是：

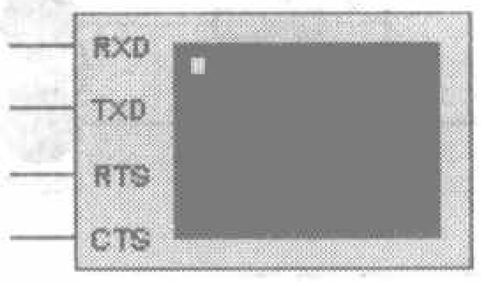


图2

RXD－数据接收引脚

TXD－数据发送引脚

RTS－请求发送信号

CTS－清除传送，是对RTS的响应信号

需要说明的是：如果待测系统是用硬件握手方式，须将RTS和CTS引脚连接到数据流控制线上。RTS为输出端，发送信号，表明虚拟终端已准备好接收数据；而CTS为输入信号，在虚拟终端发送数据前，该信号必须为高或浮动（注：此段引自《基于Proteus的电路及单片机系统设计与仿真》周润景）。

虚拟终端设置好后，还要对其参数进行设置，设置的方法是在Proteus的仿真电路中用鼠标对准虚拟终端右击一次，再左击一次即可打开如图3所示的虚拟终端参数设置对话框。参数设置的依据是被仿真的单片机中对串口的初始化部分。以下是对参数设置窗口中各主要参数的中文标注。

Component Referer－仪器的名称或编号

Component Value－仪器的型号

Baud Rate－传输波特率

Data Bits－数据传输位数

Parity－奇偶校验位

Stop Bits－数据传输的停止位

Send XON/XOFF 发送第9位允许/禁止

图3中的参数设置是本文在应用实例中的设置数据。设置完成后点击 OK 按钮，即可关闭该窗，运行仿真程序。有关虚拟串口在应用中更加详尽的操作方法，请继续看以下应用实例中的叙述。

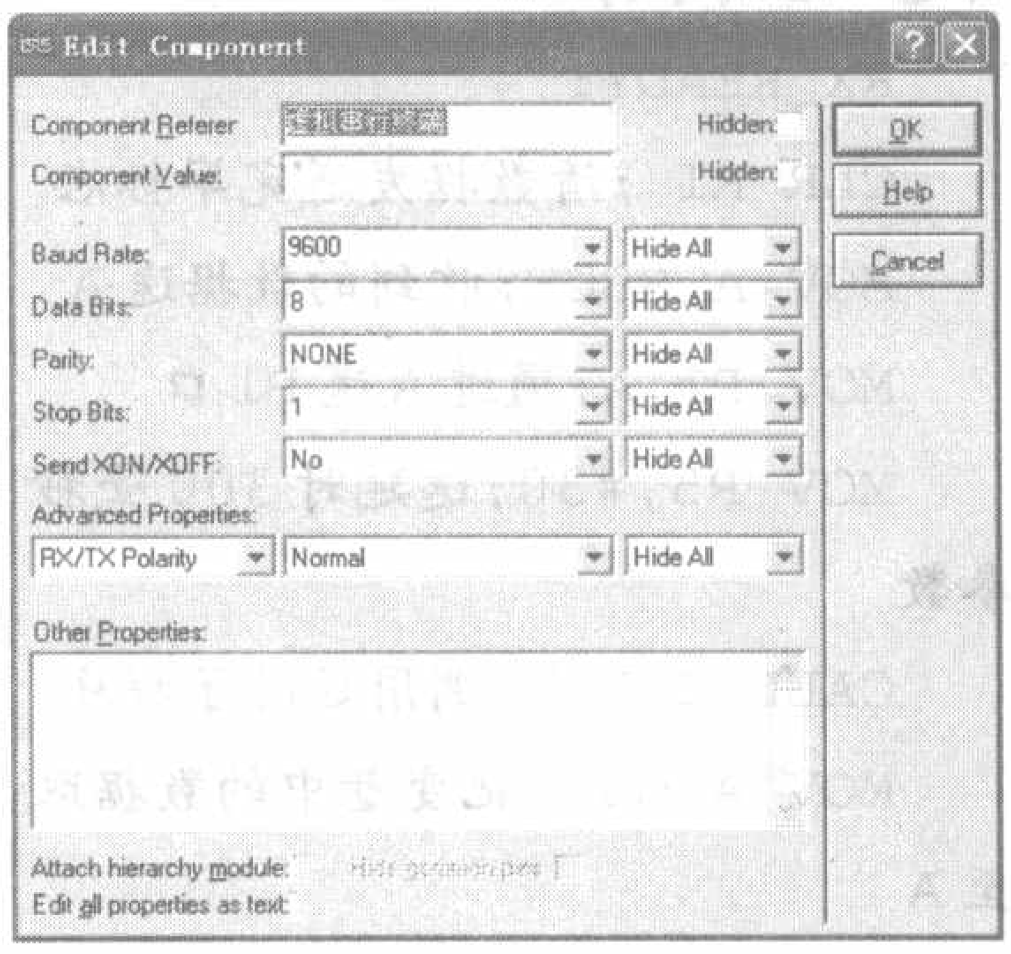


图3

二、应用实例

1. 程序部分

程序的分析，请参照图4。

;这是一段利用51单片机的串行接口进行数据发送和接收的程序。

;串行接口的工作模式设定为模式1，波特率为9600。

；程序运行时不断地把数据通过TXD引脚发送出去，然后再通过RXD引脚接收进来。

；接收到进来的数据送P1口，驱动8个LED发光二极管轮流点亮。

OUT EQU 30H；定义变量用来传送数据

ORG 0H ；程序由地址0开始

JMP BEGIN；调转至BEGIN处运行，该条指令可以不要

BEGIN: MOV SP,#60H；设置堆栈指针指向RAM地址60H

LCALL INIT_RS232 ；调用串行口初始化子程序

MOV OUT,#0FEH；先传送让P1口D0位灯亮的数据给变量out

RUN:；总循环体起始

JNB TI,$；等待一帧数据发送结束

CLR TI；清传送结束标志

MOV SBUF,OUT；送出欲传送的数据

WAIT:

JB RI,RX_READY；等待一帧数据是否接收完毕？已进入SBUF中

JMP WAIT ；没有接收完毕则返回继续等待

RX_READY:

CLR RI ；清数据发送完毕标志

MOV A,SBUF；收到的数据送A

MOV P1,A；通过A送P1口

MOV R5,#30；送延时300毫秒参数

CALL DELAY；调用延时子程序

MOV A,OUT；把变量中的数据取至A

RL A；把到A中的数据左移一位

MOV OUT,A；左移后的数据再送回变量中

JMP RUN；调转至RUN开始新的一轮循环

；以下是初始化串口子程序

INIT_RS232: ；初始化串行口子程序

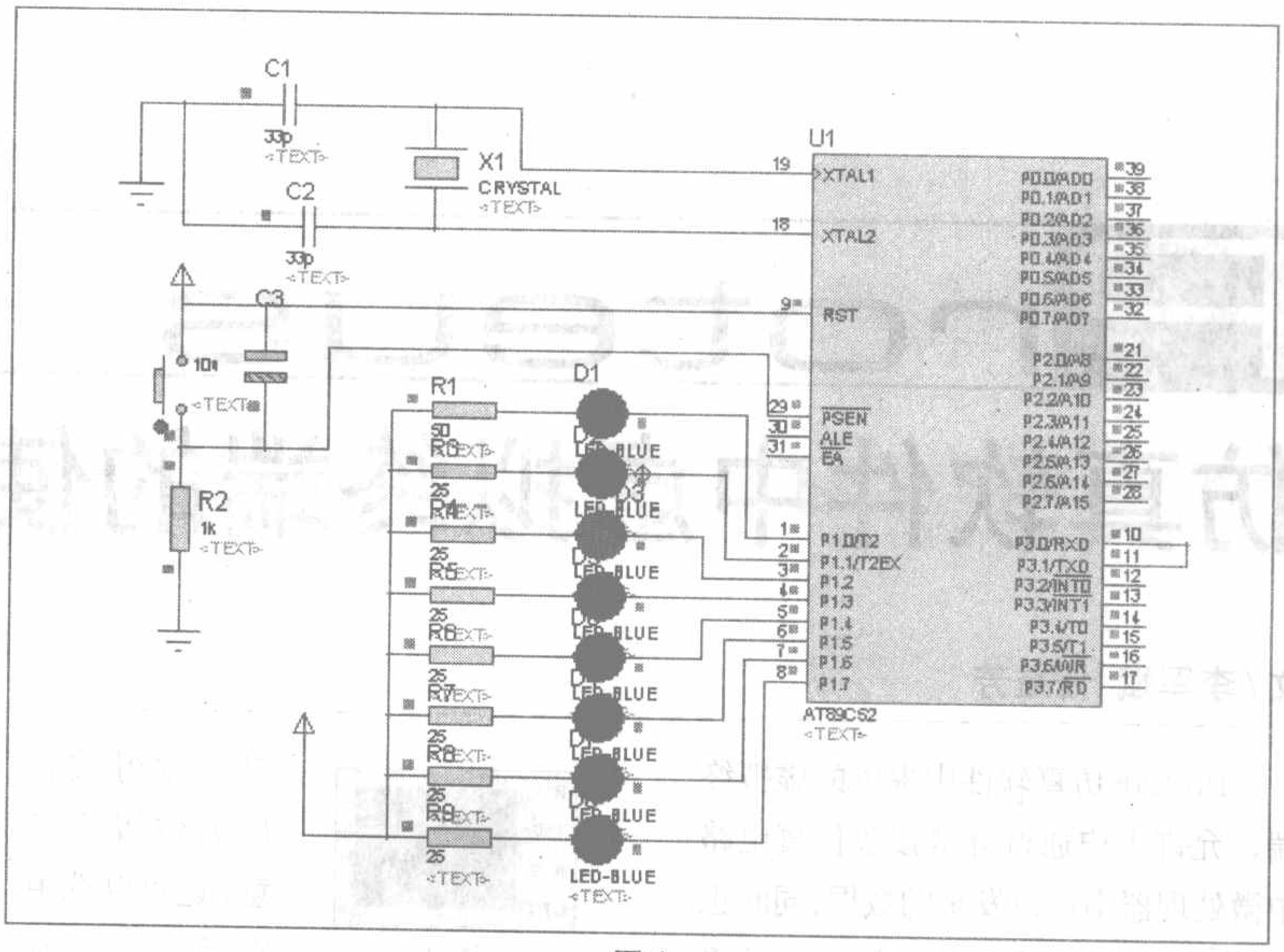


图4

MOV SCON,#50H；设置串行口工作方式1，接收数据设为允许

MOV TMOD,#20H；设置定时器1工作于模式2

MOV TH1,#0FDH；设置波特率为9600

SETB TR1；激活定时器1开始计数

SETB TI；设置串行传送中断产生标志

RET

；以下是延时子程序

DELAY:；总延时时间R5×10ms

MOV R6,#200

d1:MOV R7,#100

d2:DJNZ R7,d2

DJNZ R6,d1

DJNZ R5,DELAY

RET

END

2.仿真线路及虚拟终端的应用操作

以上这段程序运行在图4所示的仿真电路中。该电路中P1口驱动了8个LED发光二极管，串行口的发送端引脚TXD和接收端引脚RXD直接相连，单片机发送出来的数据直接又被其本身接收回去，然后送至P1口驱动发光二极管显示，显示的现象是8个发光二极管自上而下不断地轮流点亮。

以上所述，是程序调试好后正常运行的情况。然而一般情况下，刚设计出的程序总是有各种各样语法和逻辑上的错误，对于语法上的错误，可以在汇编过程中排除，而对于逻辑上的错误该如何检查出来并排除呢？针对本程序，我们可以考虑使用Proteus的虚拟串行终端，对程序运行的情况进行观察，分析和判断，看看发送或接收数据是否正常？从而找出程序设计中逻辑上的错误。线路连接的方法见图5。

在图5中，我们把单片机串行口的数据发送引脚TXD，接至虚拟终端的

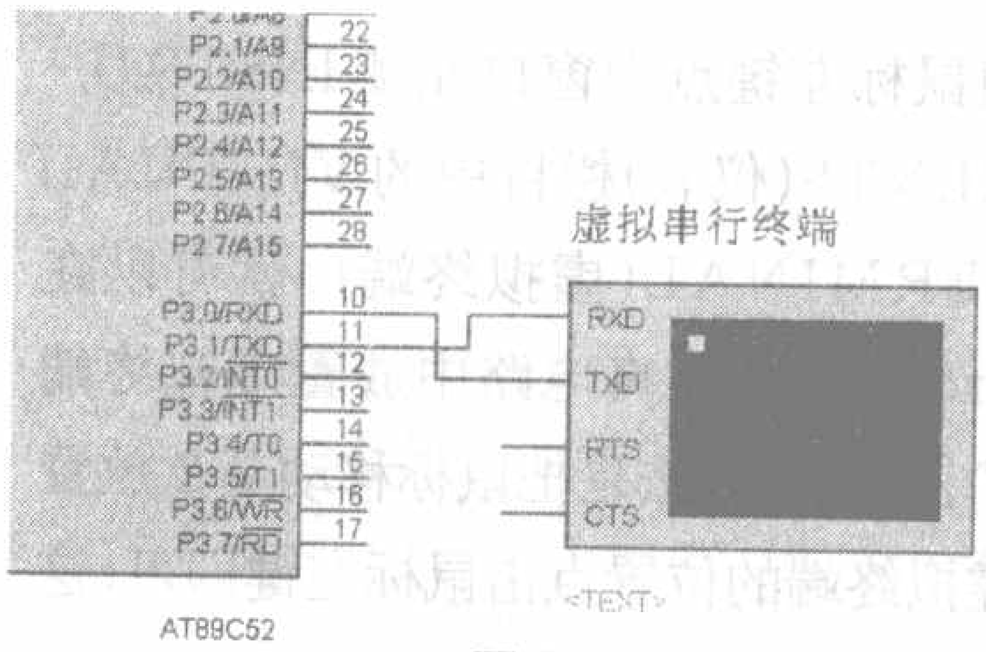


图5

数据接收引脚RXD；把单片机串行口的数据接收引脚RXD接至虚拟终端的数据发送引脚TXD。

当在该仿真电路中用鼠标点击▶开始仿真运行时，按照图6所示方法就可以打开虚拟终端窗口，见图7。在图7中把鼠标对准虚拟终端窗口，点击鼠标右键就打开了如图8所示的一个快捷菜单，该菜单中各项功能标示如下：

Clear Screen－清虚拟终端窗口

Pause－停止显示接收的数据

Copy－拷贝虚拟终端窗口的数据

Paste－粘贴拷贝的数据

Echo Typed Characters－允许键盘接收的数据显示

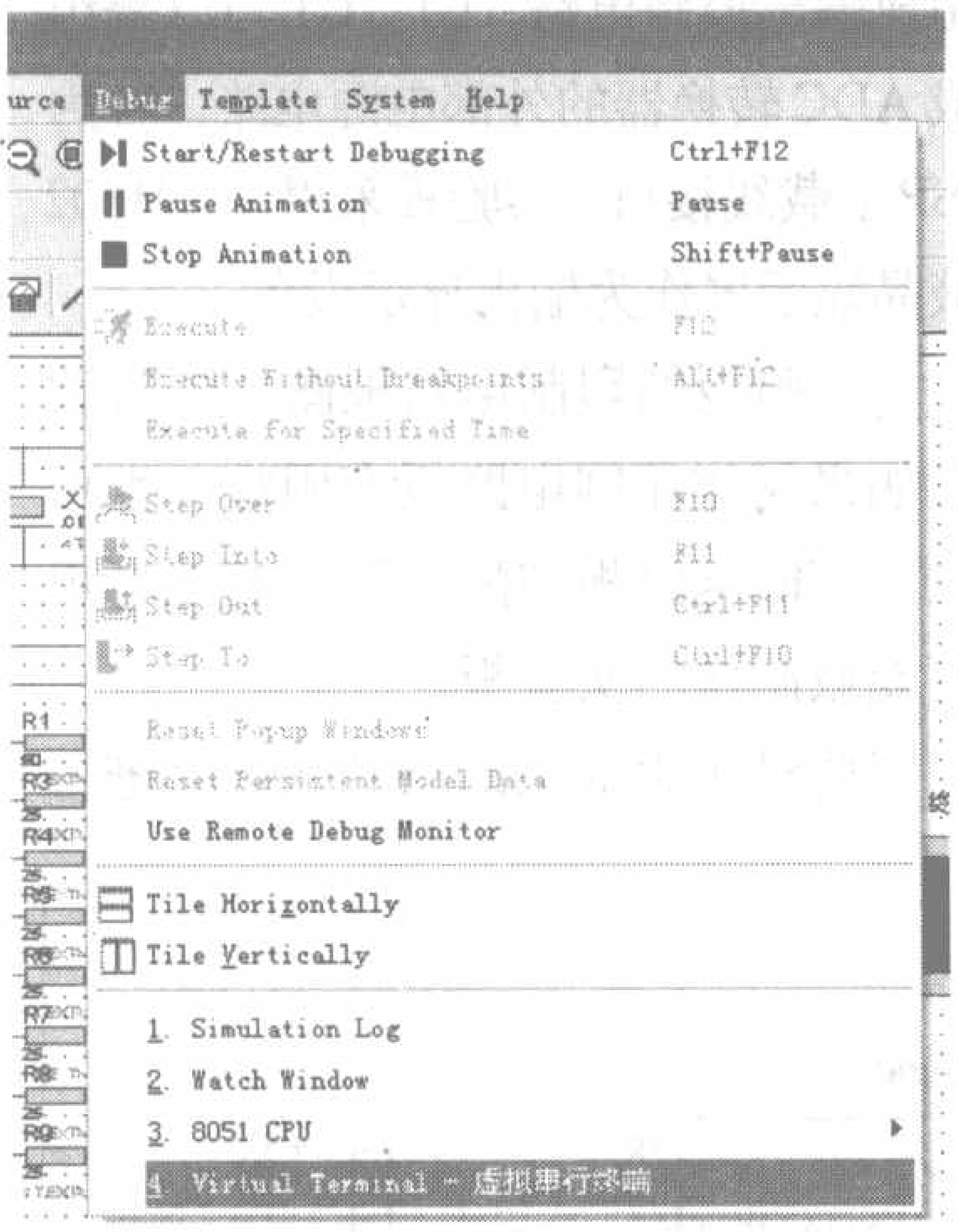


图6

Hex Display Mode－十六进制模式显示

Set Font－设置显示字符的属性

以上只是笔者的理解，仅供参考。

我们现在按照图8所示把相应选项进行勾选，然后关闭这个窗口，依次

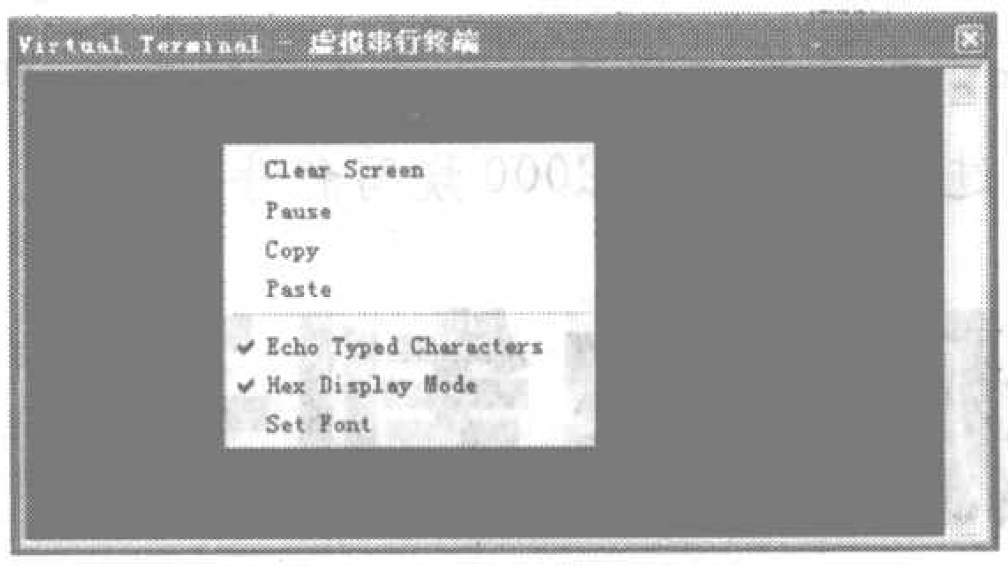


图8

点击■停止仿真运行、点击▶重新开始仿真运行、再次按照图6所示方法打开虚拟终端窗口（见图9），我们看到窗口的左上角有一个数据FE。这

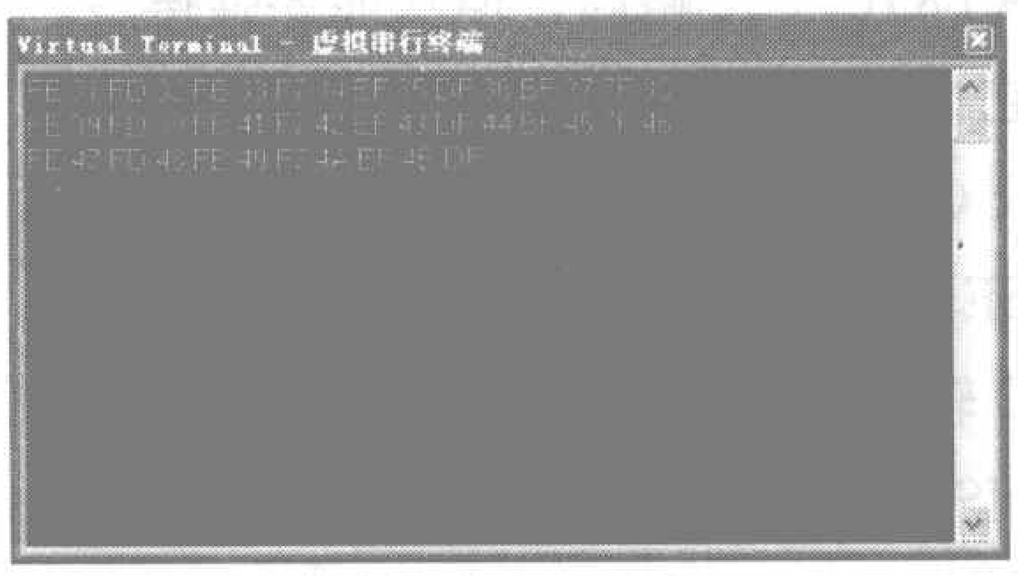


图9

个数据FE，就是单片机在程序的控制下通过串口的TXD引脚传送给虚拟终端的第一个数据，其后的数据并没有出现。这时，我们可以通过PC机的键盘给仿真电路中的单片机发送数据，比如按一下电脑键盘上的数字键“1”，在虚拟终端的窗口中就出现了第二个数据31（见图9），这个数字是数字键“1”所对应的ASCII码，虚拟终端把31这个代码发送给仿真电路中的单片机，单片机则在程序的控制下，把接收到的这个数据31送至P1口。从而在其P1口的LED发光二极管上出现如图10所示的显示状态，相信读者不难看懂数码管为什么会出现这样的显示状态。至于图9所示虚拟终端窗口中的第三个数据FD，则是仿真电路中的单片机在接收到第一个数据后所发送出来的第二个数据，这个数据被虚拟终端收到并显示出来。随着我们在键盘上每间隔0.4秒按下1、2、3、4、5……（间隔0.4秒发送是由于程序中有延时0.3秒。快了不响应！），则虚拟终端显示的数据如图9所示，这些数据是以虚拟终端收到的数据和发送的数据依次排列的，即：接收／发送／接收／发送／接收……以上叙述的是通过虚拟终端检测到的情况，这些情况说明单片机的串口发送和接收数据均正常，如果不正常则可以对症分析，查找原因，直到收发数据都正常，就可以恢复到图4所示的电路了。

和本文相关的Proteus仿真文件、源程序、目标程序，均在本期配刊光盘中，读者可以很方便地体验Proteus虚拟终端的使用方法和使用效果。

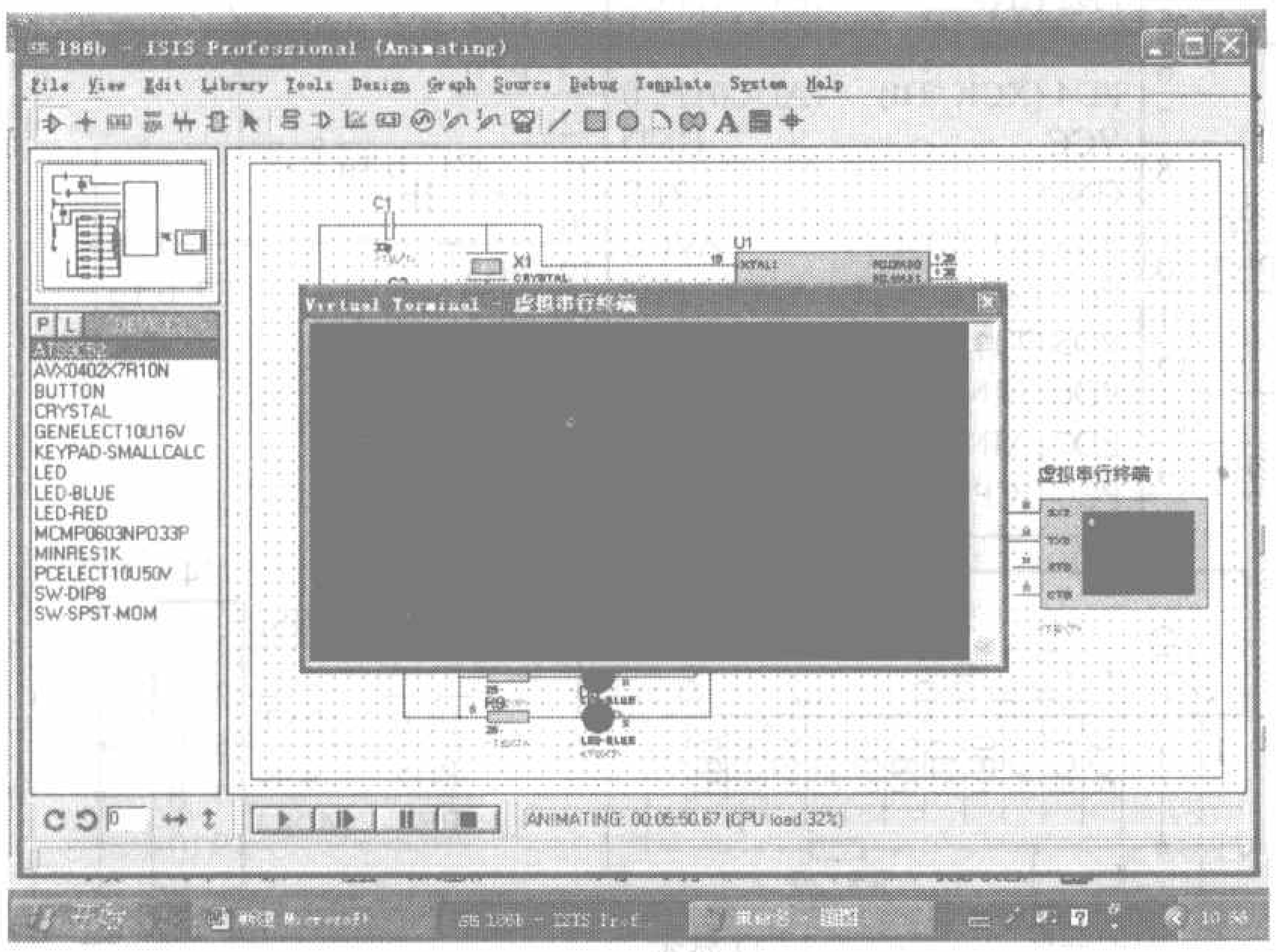


图7

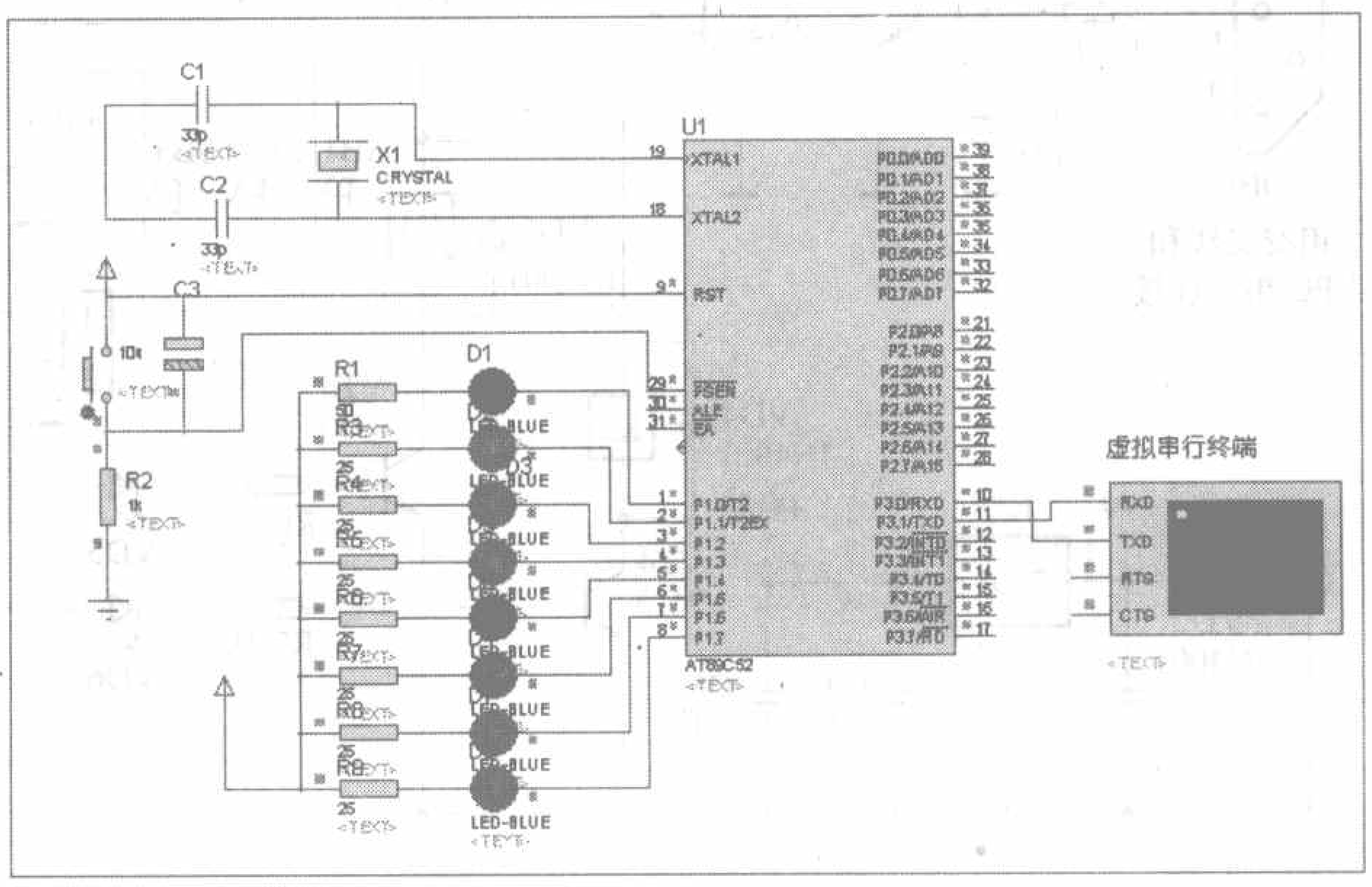


图10

跟我做AVR单片机实验

单片机是一门实践性很强的学科，要学好这门课程必须通过较多的实践操作。为此笔者设计了一个以AVR单片机ATmega8为核心的实验板，通过做实验的方式来降低大家学习AVR单片机的难度。该实验板电路比较简单、成本低，很适合读者自制。从本期开始，将刊登“跟我做AVR单片机实验”系列文章，在实验板上进行电源控制开关、数字电压表头、数字频率计、串口的应用和数字密码锁等实验。文章内容采用任务驱动的方式进行编写，每一讲以具体的任务为核心，通过完成该任务就可以掌握相关的程序设计、硬件结构和软件操作等知识，使读者在不知不觉中就掌握了AVR单片机的编程知识和开发过程并体会到成功的喜悦。实验板的配套程序由笔者采用ICC AVR C语言编写并调试通过，用ISP下载线通过软件PonyProg2000烧写程序。

电源控制开关

文/吴汉清

本文通过两个实例介绍ATmega8的I/O端口的使用方法，在此之前先对实验板和ISP下载线进行简单介绍，说明AVR熔丝位的设置方法和内部RC振荡器校正位的读取方法，然后介绍I/O端口的相关知识和程序设计，最后介绍程序的烧写方法，观察运行结果。

ATmega8 实验板

实验板的电路见图1，其核心器件ATmega8是AVR高档单片机中内部接口丰富、功能齐全、性价比最好的品种，其价格只比MSC-51系列的AT89C2051略高，但功能要强得多。它内部集成了8K字节的FLASH ROM程序存储器和512字节的EEPROM数据存储器，具有6通道A/D转换（PDID封装），支持在线编程(ISP)。单片机的时钟源为内部RC振荡器。IC2、C3、C4等组成单片机的电源电路，电源的输入电压为9V，输出电压为5V。VT1、VT2、R1～R5等组成串口通信电路，SB1、SB2、SB3为按钮控制开关，VT3、VT4、K1、K2等组成输出控制电路，L1、C1、C2等组成ADC转换器的外部电源电路，J4为ISP下载线接口。实验板采用LCD1602液晶显示屏作为输出显示设备。

实验板的印制电路板图见图2，读者如果制作印刷电路板有困难，也可以用万能电路板装配，图3就是笔者用万能板制作的实验板。

要对实验板上的ATmega8进行

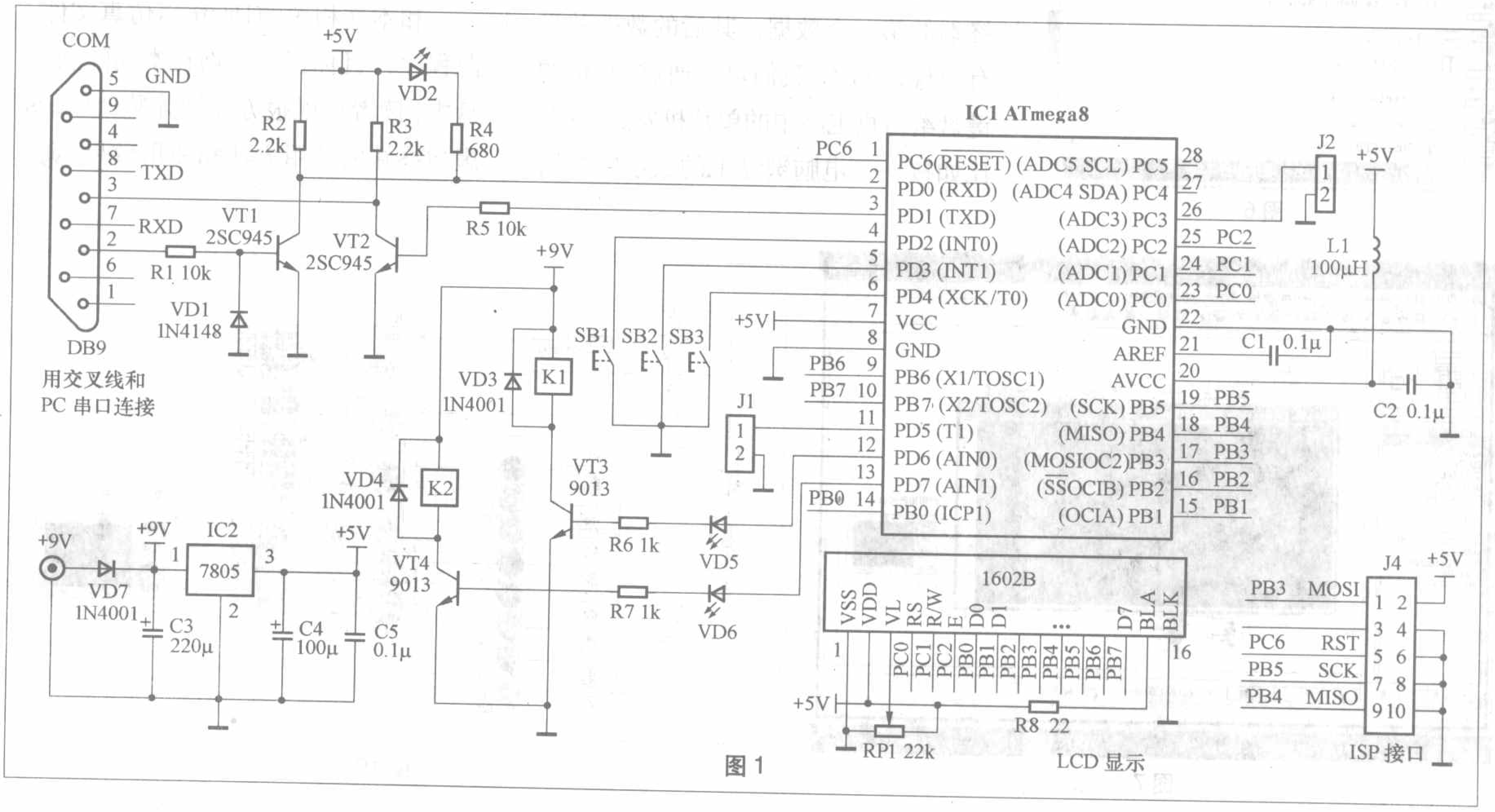


图1

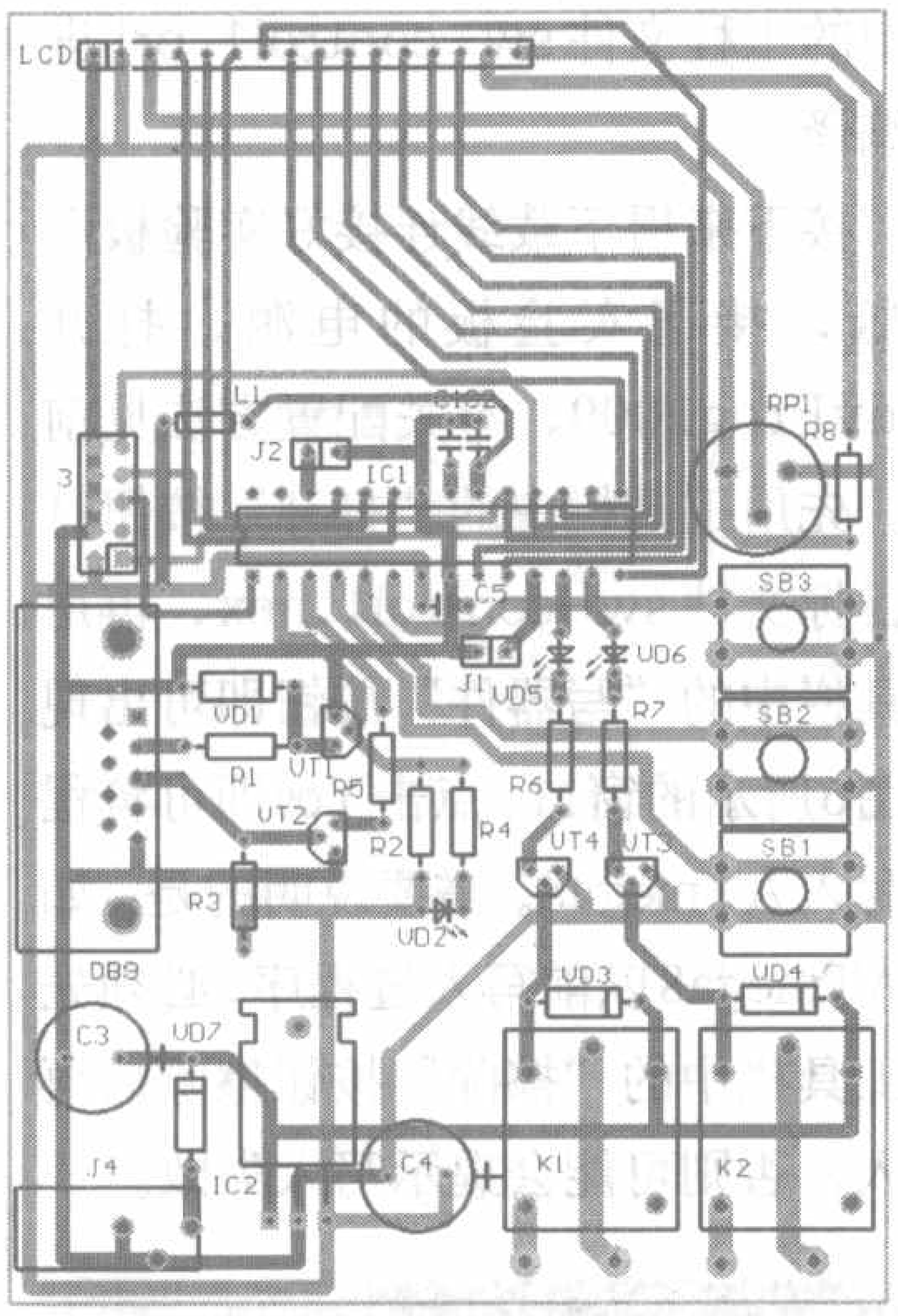


图 2

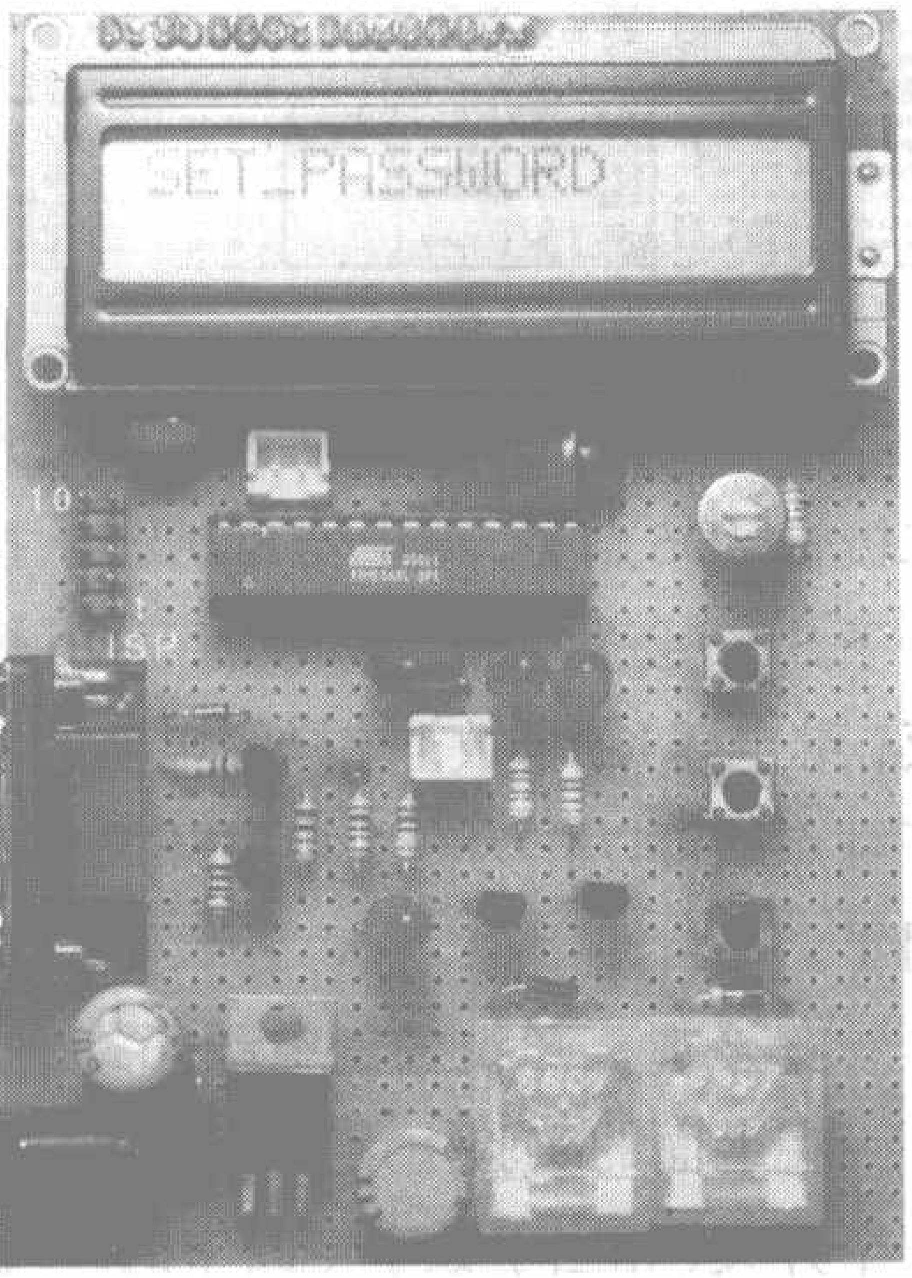


图 3

编程，还必须使用STK200/300型的ISP下载线，下载线的电路见图4，这种下载线使用的是计算机的并口，配合软件PonyProg2000使用。

ATmega8熔丝位的设置和内部RC振荡器校正位的读取

在对ATmega8进行编程时必须对熔丝位进行设置，本文中绝大部分熔丝采用出厂的默认值，由于出厂的默认值系统时钟是采用内部1M时钟振荡器，所以只对这一设置进行修改。使用内部RC振荡器的不同工作模式见表1。

表 1

熔丝位（CKSEL3～0）	工作频率(MHz)
0001	1.0
0010	2.0
0011	4.0
0100	8.0

熔丝位使用软件PonyProg2000设置，接好下载线，打开PonyProg2000，先在菜单“器件”下的“AVR micro”命令中选择ATmega8，用菜单“设置”下的“接口设置”命令将接口选择为“并行”，相应选项为“Avr ISP I/O”，然后点击命令菜单项的“Security Configuration Bits……”命令，先读取配置，将CKSEL3～0设置为0100，见图5。再写入即可，注意打勾表示对熔丝位编程，这时熔丝位为0，不打勾时熔丝位为1。在设置熔丝位时，如果对某些熔丝位的意义没有搞清楚，不要随便改动其设置，不然容易造成芯片被锁定，即不能用下载线对其进行读写了。例如将CKSEL3～0设置为外部晶振的参数，比如1111，写入后你会发现芯片被锁定了，因为这时内部RC振荡器已不起作用，必须接上外部晶振才能使单片机恢复工作，从而解锁。

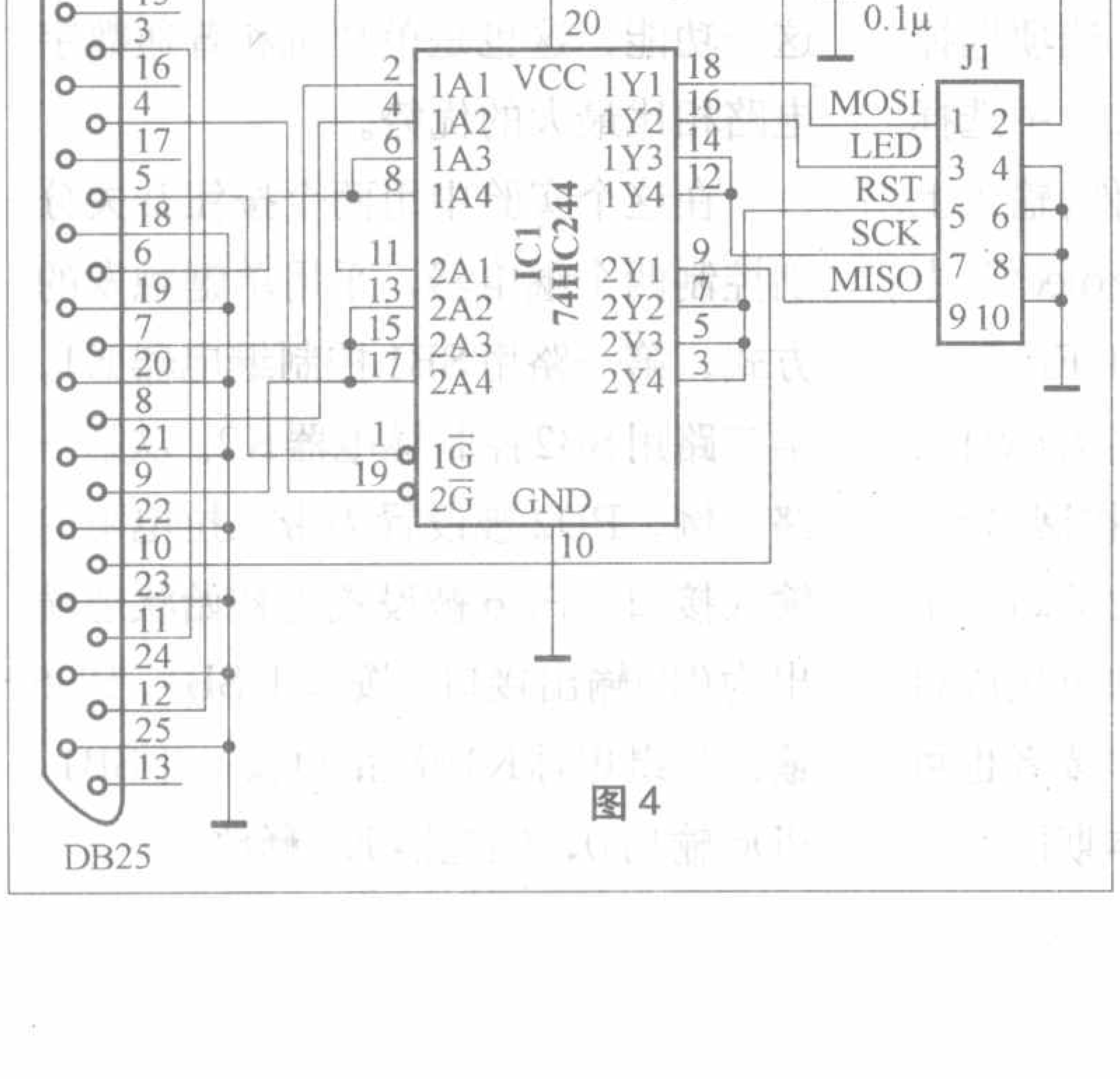


图 4

ATmega8在只读存储器用4个字节来存储对内部RC振荡器频率进行校正的校正字节，由于内部RC振荡器的离散性，不同芯片的校正参数是不同的。芯片复位启动时，如果熔丝位将内部RC振荡器频率设置为1MHz，则硬件自动将校正参数装入寄存器OSCCAL中，如果系统选用内部RC振荡器的其他3个频率，则校正参数需要在程序中装入，在对时钟频率精度要求不高的场合对此参数可以不作校正。使用PonyProg2000菜单“命令”下的“读振荡器校准字节”即可读取校正参数。

电源控制开关实验

通过本讲的实验可以掌握AVR单片机I/O口的输入、输出功能。

图1中的SB1～SB3、VT3、VT4、K1、K2等和ATmega8一起组成电源控制开关电路，ATmega8的PD口的PD2～PD4作输入接口，PD6、PD7作输出接口。

首先介绍一下ATmega8的I/O口，ATmega8有23个I/O口，分成2组8位的端口B、D和1组7位的端口C。所有的I/O端口都是双向端口，每一个端口内部分别带有可选的上拉电阻。这些I/O口都可以通过各自的方向寄存器设置成输入和输出，这些I/O口还具有第二功能。当不考虑第二功能时，其基本输入输出功能都是相同的。以端口D为例，每一管脚工作状态都可以通过方向寄存器DDRD、端口寄存器PORTD和输入引脚寄存器PIND的操作来完成。I/O端口的组合控制设置见表2，表中n=0，1，……，7为引脚号。

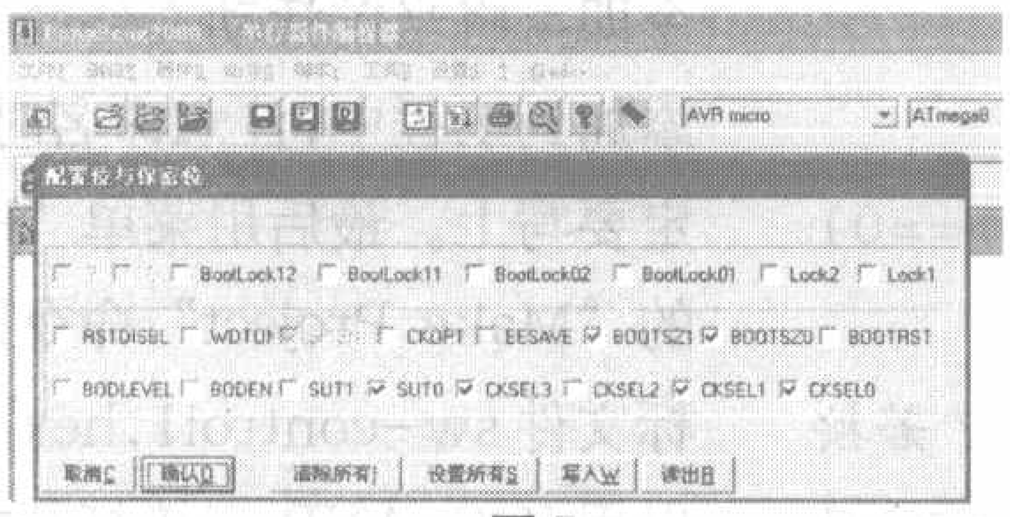


图 5

实验一　双键控制电源开关

表2

DDRDn	PORTDn	I/O	上拉电阻	说 明
0	0	输入	否	I/O口三态输入
0	1	输入	是	I/O口带上拉电阻输入
1	0	输出	否	推挽0输出
1	1	输出	否	推挽1输出

用SB1、SB2两个按钮开关控制一个继电器K2，按一下SB1控制开，按一下SB2控制关。为了实现这一功能，首先必须对有关端口进行设置，取DDRD2=0，DDRD3=0，PORTD2=1，PORTD3=1，DDRD7=1，PORTD7=0，则PD2、PD3被设置为带上拉电阻的输入接口，PD7被设置为初始状态输出为0的输出接口。以按SB1为例，在SB1没有按下时，PD2在上拉电阻的作用下输入1，在SB1按下后PD2输入0。程序通过判断PIND2的值即可判断SB1有没有按下，当PIND2=0时，说明SB1已按下；当PIND2=1时，说明SB1未按下。程序根据对PIND2和PIND3的值的判断即可确定PORTD7的值，从而确定继电器K2是否吸合。当PORTD7=1时，PD7输出高电平，K2吸合；当PORTD7=0时，PD7输出低电平，K2释放。

用ICC AVR编译器编写的C语言程序如下：

```
#include <iom8v.h> //头文件，ATmega8单片机的寄存器定义
void main(void)
{ DDRD=0xc0; //PD6、7口为推挽0输出，PD0～PD5为带上拉电阻的输入口
  PORTD=0x3f;
  OSCCAL=0xaa;// 校正内部RC振荡器频率，不同的芯片参数有差异
  while(1) //程序无条件循环执行
  {
    if((PIND&0x04)==0) //判断SB1按下否
      PORTD|=0x80; //若按SB1，则PD7输出高电平，继电器K2吸合
    if((PIND&0x08)==0) //判断SB2按下否
      PORTD&=0x7f; //若按SB2，则PD7输出低电平，继电器K2释放
  }
}
```

程序中DDRD=0xc0表示方向寄存器DDRD的各位取表3所示的值。

表3

DDRD7	DDRD6	DDRD5～DDRD0
1	1	0

PORTD=0x3f表示端口寄存器PORTD的各位取表4所示的值。

表4

PORTD7	PORTD6	PORTD5～PORTD0
0	0	1

两条语句合起来可以把PD6、PD7口设置为推挽0输出，PD0～PD5设置为带上拉电阻的输入口。

因为ICC AVR不支持语句PORTD7=1，可以用语句PORTD|=0x80实现。同样地，PORTD7=0用语句PORTD&=0x7f实现，if((PIND&0x04)==0)用来判断PIND2是否为0，即开关SB1有没有按下。

下面介绍如何把上述文件编译成目标文件并写入ATmega8。

打开ICC AVR，先从菜单Project选择New命令新建一个工程sw-control1，再打开菜单“Project”中的“Options”命令，将对话框中的“Device Configuration”选项选择ATmega8。再从菜单“File”中选择“New”命令新建一个源文件，输入上述程序，然后点击菜单“Project”中的“Add Topmost Opened File”命令即可将当前活动文件命名为sw1.c添加到工程中，注意命名时扩展名c一定要写上。最后用菜单“Project”中的“Make Project”命令即可生成目标文件sw-control1.hex。读者也可以用ICC AVR直接打开本期配刊光盘中的工程文件sw-control1.prj进行编译。

接下来用下载线连接好实验板和电脑，接通实验板的电源，打开PonyProg2000，有关配置方法见前面。先用工具栏中的“打开”按钮打开目标文件sw-control1.hex，再用工具栏中的“写器件”按钮即可出现如图6所示的窗口，点击Yes即可将程序写入ATmega8。需要说明的是：如果ATmega8以前写入过程序，必须先用工具栏中的“擦除”按钮擦除后再写入，否则可能会提示写入失败。

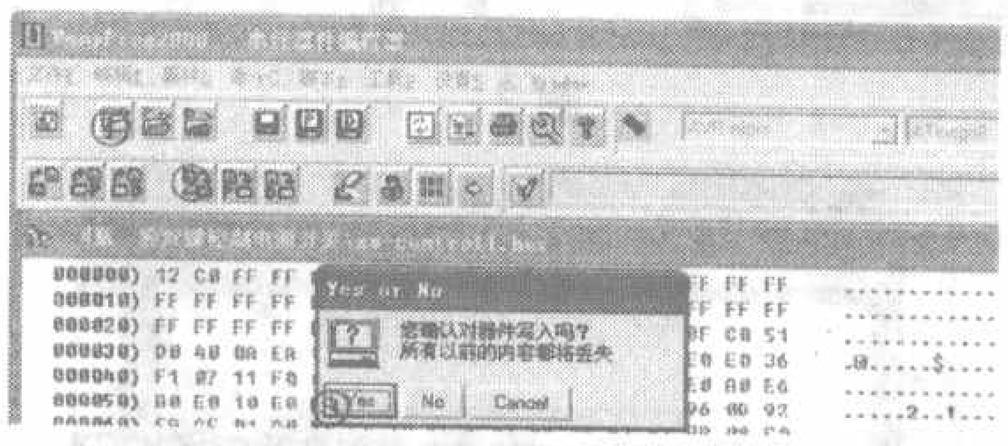


图6

现在我们按一下SB1会发现发光二极管VD6点亮，继电器K2吸合；按一下SB2会发现发光二极管VD6熄灭，继电器K2释放。这样继电器的常开触点就可以作为一个电源开关来使用了。

实验二 单键控制电源开关

在上面的实验中用两个按钮控制一个开关，相当于数字电路中的RS触发器，要用两个触发端改变其输出状态。数字电路中也有一种D触发器，只要一个触发端就可以改变其输出状态，在实验板上我们只要改变程序即完成这一功能，这也是单片机和普通数字电路相比最大的优势。

在这个实验中用两个按钮开关分别控制两个继电器，采用单键触发的方式，第一路用SB1控制继电器K1，第二路用SB2控制继电器K2。以第一路为例，PD2被设置为带上拉电阻的输入接口，PD6被设置为初始状态输出为0的输出接口。按一下SB1，PD6输出1，继电器K1吸合；再按一下SB1，PD6输出0，继电器K1释放。

用STC12C5410AD单片机

实现多路信号的自校准测量

文/郑利敏

在各种单片机控制系统或数字化仪器仪表中，交、直流信号的测量和显示是必备的功能，因此需要我们在电路设计中设计A/D转换电路，将模拟量转换成数字量供单片机或数字电路处理。在很多这类应用中，对A/D转换电路的转换速度和精度并没有很高的要求，反而对转换通道、价格、可靠性、使用的难易性、电路的外型尺寸等有更多的要求，这就要求我们在电路设计中必须非常简洁可靠。

本文介绍一种利用高速、高可靠、超强抗干扰、高度集成、超小封装的STC12C5410AD单片机来实现多路信号的测量，充分利用单片机的内部资源，在软件的支持下实现多通道信号的自校准测量功能，保证测量数据的准确性和可靠性。简化的电路结构，既保证了低成本高精度，又减少电路体积，在实际应用中取得满意的效果。

一、STC12C5410AD单片机

STC12C5410AD单片机是单时钟/机器周期的兼容8051内核

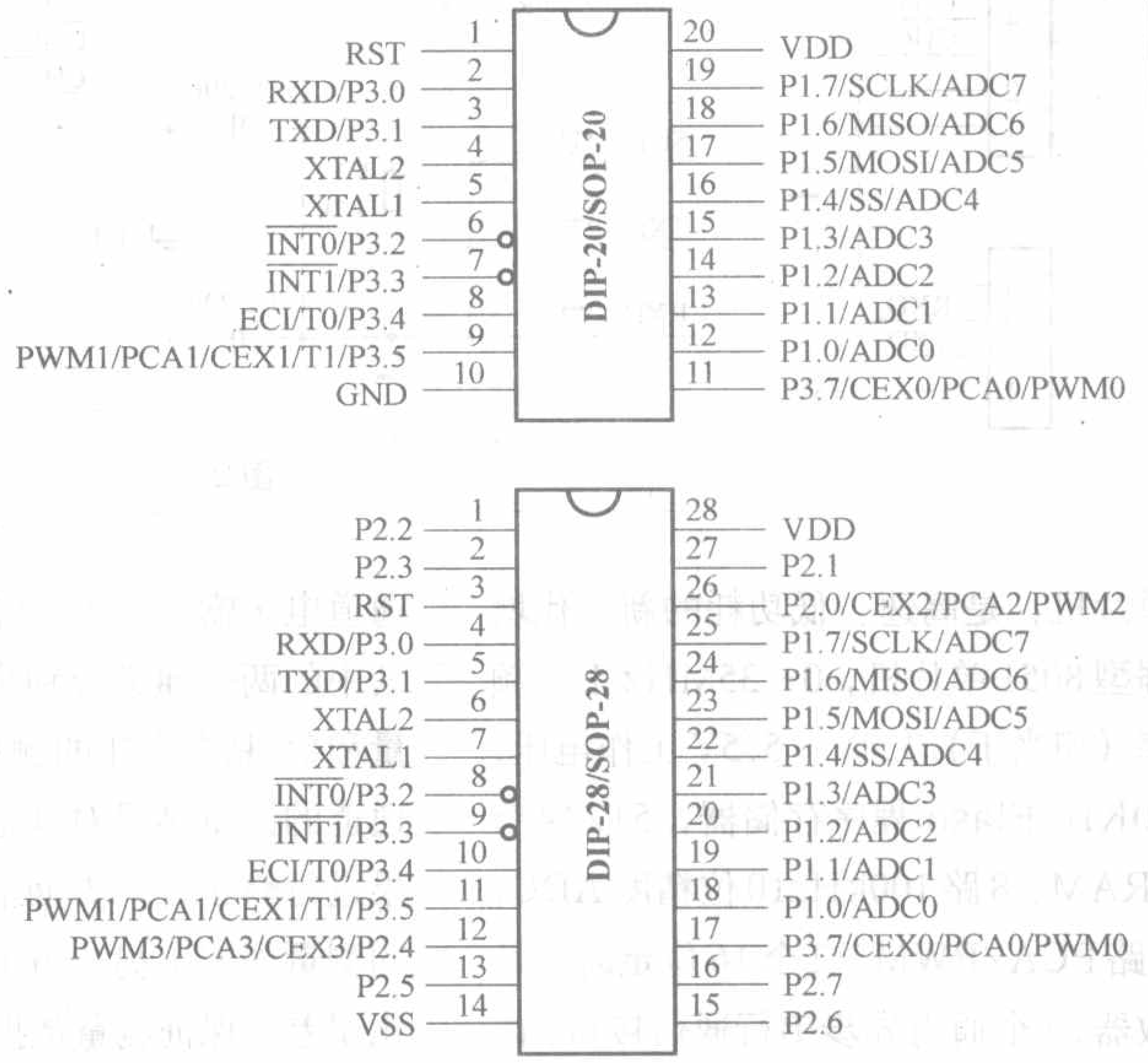


图1

实验的配套程序见光盘，我们发现程序中多了一个延时子函数，为什么要增加这一函数呢？只要我们仔细分析一下这个实验和上一个实验的区别就不难找到答案，例如在上一个实验中SB1只控制开，按一下是开，按两下还是开，但这里SB1按一下是开，再按一下就是关，由于在按开关时接触点难免有抖动，抖动的结果实际上相当于按了n次开关，当n为偶数时，继电器还是回到原工作状态，等于没有按，当n是奇数时，继电器改变工作状态，等于按了一下，这样的话就无法进行控制了。为此在程序中语句使用“DelayMs(50);”调用了延时子函数，检测在这个时间段内按钮是不是没有松开，而且在这个时间段内按钮只能起一次作用，这样就消除了抖动。

那么语句“while((PIND&0x04)==0);”又起什么作用呢？如果没有这一句你会发现：若你按了SB1不放，则随着主程序的循环执行继电器K1会不停地循环改变工作状态；加了这句后，当SB1没有松开时，程序就一直在这一句死循环，不向下执行，使得按一次SB1，不管按的时间有多长继电器K1都只改变一次工作状态。

语句“PORTD^=0x40;”采用异或运算使得每执行一次该语句PORTD6都取反，这样按一次SB1就能改变一次PD6的输出状态，从而改变继电器K1的工作状态。第二路的工作原理和第一路完全一样。

有关程序的编译和写入ATmega8的过程及实验方法和上例相同。

本期配刊光盘中有双键控制电源开关程序、单键控制电源开关程序以及实验板电路图和印制板图，供读者学习时参考。

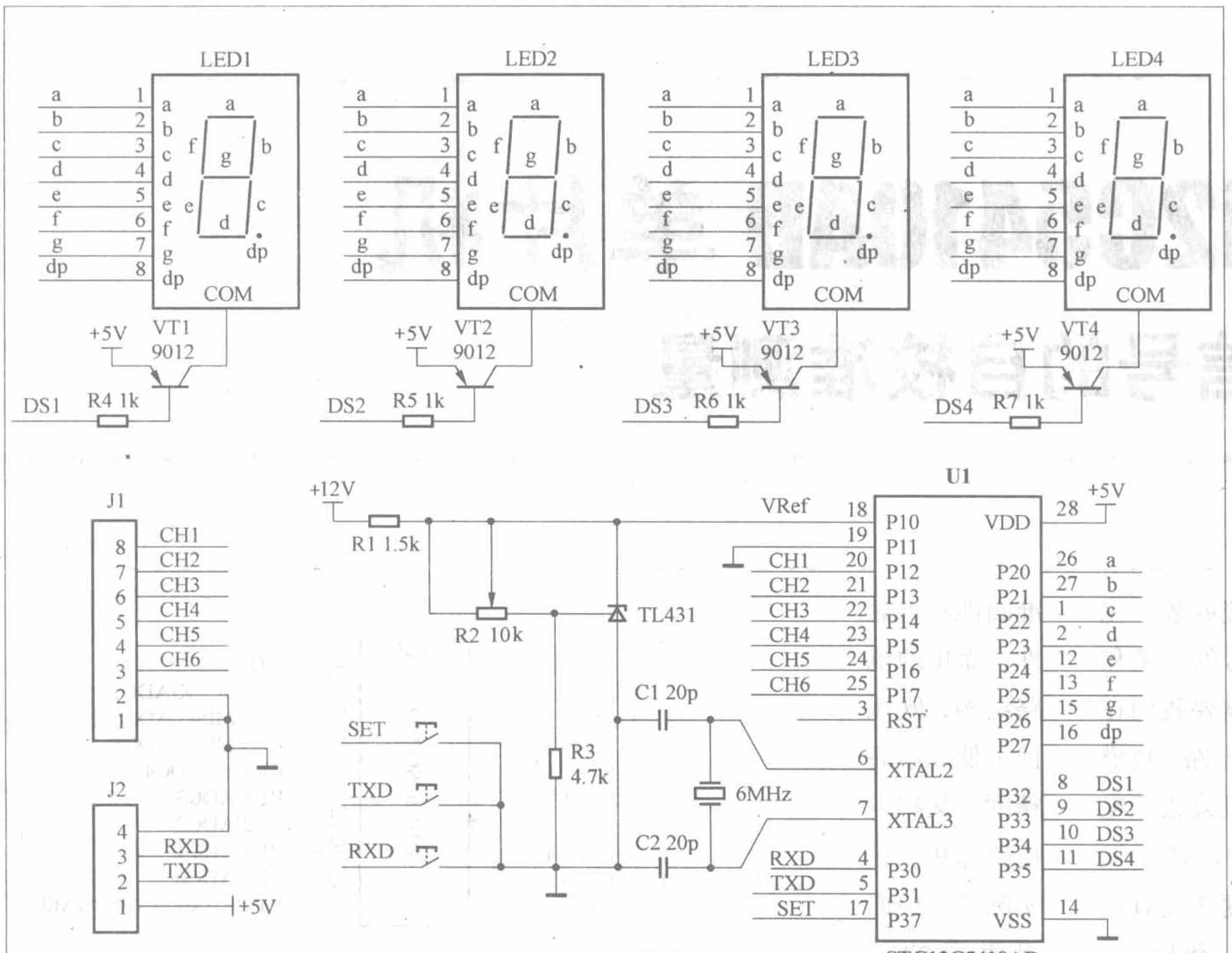


图2

单片机，是高速、低功耗的新一代增强型8051单片机，0～35MHz工作频率（相当于），3.4V～5.5V工作电压，10KB Flash程序存储器，512字节SRAM，8路100kHz10位精度ADC，4路PCA/PWM，2个16位定时/计数器，1个通用异步串行通信接口，内部集成看门狗和复位电路，PLCC-32、DIP/SOP-28、DIP/SOP/TSSOP-20等超小形封装，27/23/15个通用I/O口，高抗干扰，具有在系统编程和在应用编程（ISP/IAP）功能，方便用户更改应用程序。STC12C5410AD引脚排列如图1所示，其中20脚封装引脚定义与89C2051引脚兼容。

二、硬件电路

电路原理图如图2所示。考虑多路信号测量和外围接口的实际需要，本设计采用28脚封装STC12C5410AD单片机（如需更多端口可选择PLCC-32封装）。STC12C5410AD单片机具有8通道电压输入型A/D转换资源，选择其中的两个通道分别进行零电位的测量和5V基准电压的测量，并以这两个通道的测量结果对其他通道的测量结果进行修正，一方面消除零电位带来的测量误差，另一方面又减少线性量化误差，保证测量数据的准确可靠。

采用动态电阻小、输出电流小、温度漂移低等优点的精密可调基准电压源TL431产生5V基准电压。各A/D转换通道的输入信号电压范围为0～5V，其他电压范围的测量信号可通过分压电路转换后再输入。

电路中提供了4位LED作为输出显示，第一位显示通道号，后三位显示测量结果，其中小数位占两位。三个按键可对显示方式和内容进行设定。此外，将串行通信线引出，外接RS232电平转换接口就可实现与PC机的连接，方便对应用程序进行升级、修改和测量数据的传送等。

三、A/D转换相关寄存器

STC12C5410AD单片机A/D转换输入口线在P1口，要使用A/D转换功能就必须进行相应寄存器的设置。有关A/D转换的寄存器说明见表1。

1.P1M0、P1M1：P1口工作模式设置（见表2）。

当P1M0、P1M1对应位均为1时，P1对应位所在口线将作为A/D转换通道。

2.ADC_CONTR：A/D转换控制寄存器。

CHS2/CHS1/CHS0：模拟输入通道选择（见表3）。

表1

寄存器	地址	7	6	5	4	3	2	1	0
P1M0	91H	–	–	–	–	–	–	–	–
P1M1	92H	–	–	–	–	–	–	–	–
ADC_CONTR	C5H	ADC_POWER	SPEED1	SPEED0	ADC_FLAG	ADC_START	CHS2	CHS1	CHS0
ADC_DATA	C6H	–	–	–	–	–	–	–	–
ADC_LOW2	BEH	X	X	X	X	X	X	–	–

表2

P1M0[7-0]	P1M1[7-0]	P1.x I/O模式
0	0	准双向口，传统8051I/O模式
0	1	推挽输出，强上拉输出
1	0	仅为输入（高阻），如该I/O口作A/D转换使用可选此模式
1	1	开漏，如该I/O口作A/D转换使用可选此模式

表3

CHS2	0	0	0	0	1	1	1	1
CHS1	0	0	1	1	0	0	1	1
CHS0	0	1	0	1	0	1	0	1
通道选择	P1.0	P1.1	P1.2	P1.3	P1.4	P1.5	P1.6	P1.7

表4

SPEED1	SPEED0	A/D 转换所需时间
1	1	210个时钟周期转换一次，CPU为20MHz时转换速度为200kHz
1	0	420个时钟周期转换一次
0	1	630个时钟周期转换一次
0	0	840个时钟周期转换一次

ADC_START：模数转换启动控制位，设置为“1”时开始转换，转换结束后为0。

ADC_FLAG：模数转换结束标志位，A/D转换完成后为“1”，要由软件清0。

SPEED1、SPEED0：模数转换器转换速度控制位（见表4）。

ADC_POWER：ADC电源控制位。“1”为打开A/D转换器电源，“0”为关闭转换器电源。

3.ADC_DATA：10位A/D转换结果高8位。

4.ADC_LOW2：10位A/D转换结果低2位。该寄存器只有最低2位数据有效。

四、软件设计

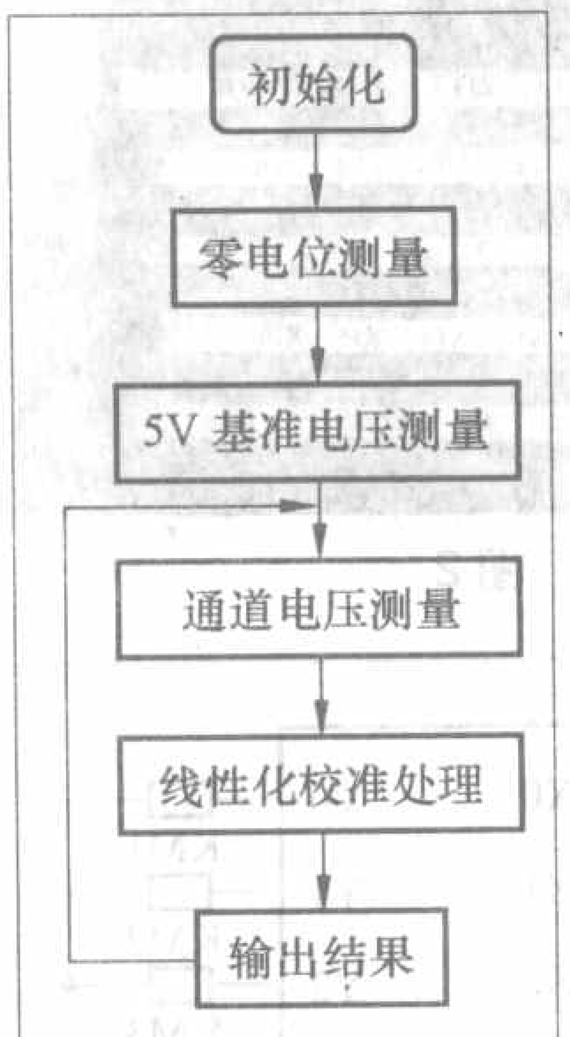


图3

实现带自校准测量，主要有零电位测量、基准电压测量、通道电压测量和测量数据线性化校准处理4个步骤。主程序流程框图如图3所示。

1.A/D转换初始化子程序

主要完成对A/D转换控制寄存器ADC_CONTR和P1口工作模式寄存器P1M0、P1M1等设置。ADC_CONTR寄存器的ADC_POWER位置“1”将打开ADC内部模拟电源，设置P1M0、P1M1寄存器所有位为“1”，使P1口所有通道为A/D输入方式。

```
;ADC_INIT——A/D转换初始化子程序
ADC_INIT:
    MOV ADC_CONTR,#80H;打开ADC内部模拟电源
    MOV P1M0,#0ffH
    MOV P1M1,#0ffH;设置P1口都为A/D转换模式
    ACALL Delay_1ms;1ms延时等待ADC内部模拟电源稳定
    RET
```

2.A/D转换子程序

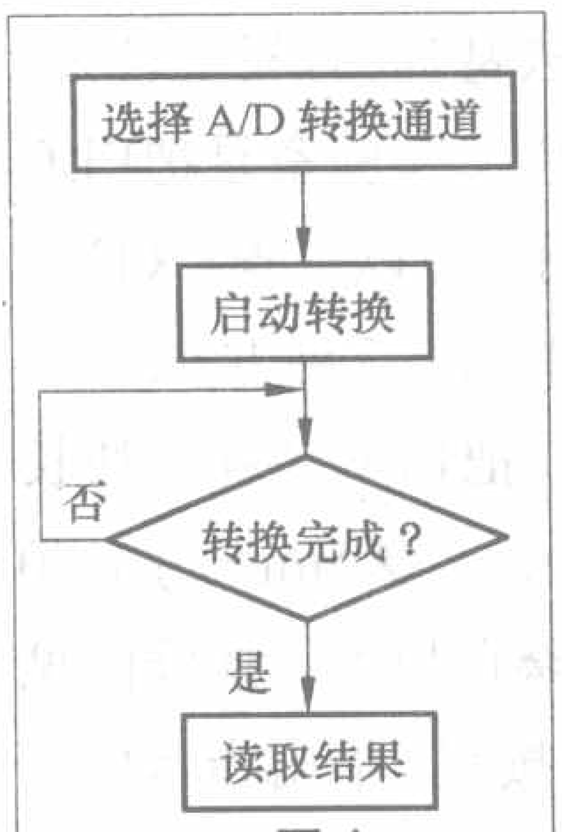


图4

子程序流程图如图4所示。

```
;ADC_CONV——A/D转换子程序
入口：Channel——A/D转换通道号(0-7);
出口：ADC_DATA转换结果高8位寄存器
;ADC_LOW2转换结果高2位寄存器
ADC_CONV:
    MOV  A,#Channel
    ORL  A,#11100000B
    MOV  ADC_CONTR,A;选中通道
    ACALL Delay_1ms;1ms延时等待输入信号稳定
    ORL  ADC_CONTR,#00001000B;启动A/D转换
ADC_Wait:
    MOV  A,ADC_CONTR
    JNB  ACC.4,ADC_Wait;判断A/D转换是否完成
    ANL  ADC_CONTR,#11100111B;清Flag,停止A/D转换
    RET
```

3.线性化校准处理

为了简化数据处理过程，采用一次线性方程线性化校准。在获取零电位测量数据、基准电压测量数据和通道电压测量数据后，根据一次线性方程可计算出待测量，具体关系为：

待测量=(通道电压测量数据−零电位测量数据）×5.00×100/（基准电压测量数据−零电位测量数据）

上述校准处理过程中，将等式两边放大100倍，相当于将计算结果放大了100倍，因此，在最后的计算结果转换成BCD码后，高位字节存储的是结果的整数部分，低位字节存储的是结果的小数点后两位数字。既避免了繁杂的浮点运算，又减少了计算过程所带来的误差，保证了测量的精度。

校准程序处理过程中需要执行两次双字节减法、一次双字节乘法、一次三字节与双字节除法、一次双字节BCD码转换等数学运算程序，在此不作详叙。

4.键盘显示程序

设置三个按键的目的是方便用户对显示方式和内容等参数进行设定，如可以设置显示时是滚动显示各通道测量数据还是只显示某一单独通道测量数据。

采用分时扫描的方式实现测量结果的显示输出。第一位LED显示通道号，第二位LED显示测量结果的整数位部分，后两位LED显示小数部分的数字；小数点标识固定在第二位LED上显示。

小结

10位精度的ADC分辨率理论上可达1/1024，如应用在0～5V电压测量上最小分辨电压小于5mV。经实际应用测试，本设计对于最小分辨电压为0.01V的需求环境完全可以保证测量精度。同时，采用自校准的数据处理方式，使得测量结果更加准确可靠。

组建简易PLC实验室

文/邹芝亮

PLC是英文Programmable Logic Controller的缩写，就是可编程序控制器，它是以计算机技术为核心的应用极为广泛的工业控制装置。时代发展的潮流需要职业学校的自动化、电气、机电一体化、电子、汽车等专业的学生学习运用PLC，组建PLC实验室是职业学校的当务之急。

一般学校采用可编程序控制器学习机，它把PLC嵌在面板上，PLC整体装在里面，从指示灯的亮、灭来模拟程序的运行。这种学习机学生看不到PLC的全貌，看不到PLC的接线，不能外接电动机仿真训练，与PLC的实际运用情况相去甚远，且投资较大。

我校建设的PLC实验室是把PLC直接装在一块板子上，以三菱FX1N-40MR为例，采用以下3种方案。

1.LED显示。把PLC装在一块长200mm、宽180mm、厚5mm的3240环氧酚醛层压玻璃布板上，接线图见图1，输入用门铃按钮，输出指示用发光二极管，实物如图2所示。整个装置体积如同一本现代汉语词典。讲课时，教师把图2的PLC实验板带到阶梯教室，用RS-232C数据线连接好电脑和PLC，在电脑中装上SWOPC-FXGP-WIN-C编程软件，打开电脑和投影仪，启动电动银幕，就可直观讲解、演示、操作PLC程序的编制过程、调整过程、监控过程。把电路板放在实物展示台上，投影到银幕，PLC运行过程的输出情况又可从发光二极管的亮、灭一目了然，在阶梯教室演示过程学生看得清楚，课堂容易管理，教学效果明显，还省了购买整套投影仪设备的费用。让全班同学每人自己动手制作安装图2实验板，让学生把图2实验板带到计算机实验室，自己动手接好计算机和PLC的数据线，自己在计算机上安装PLC软件，让学生编制程序、运行程序。这么小的PLC实验板放在计算机桌子上又不占地方，且充

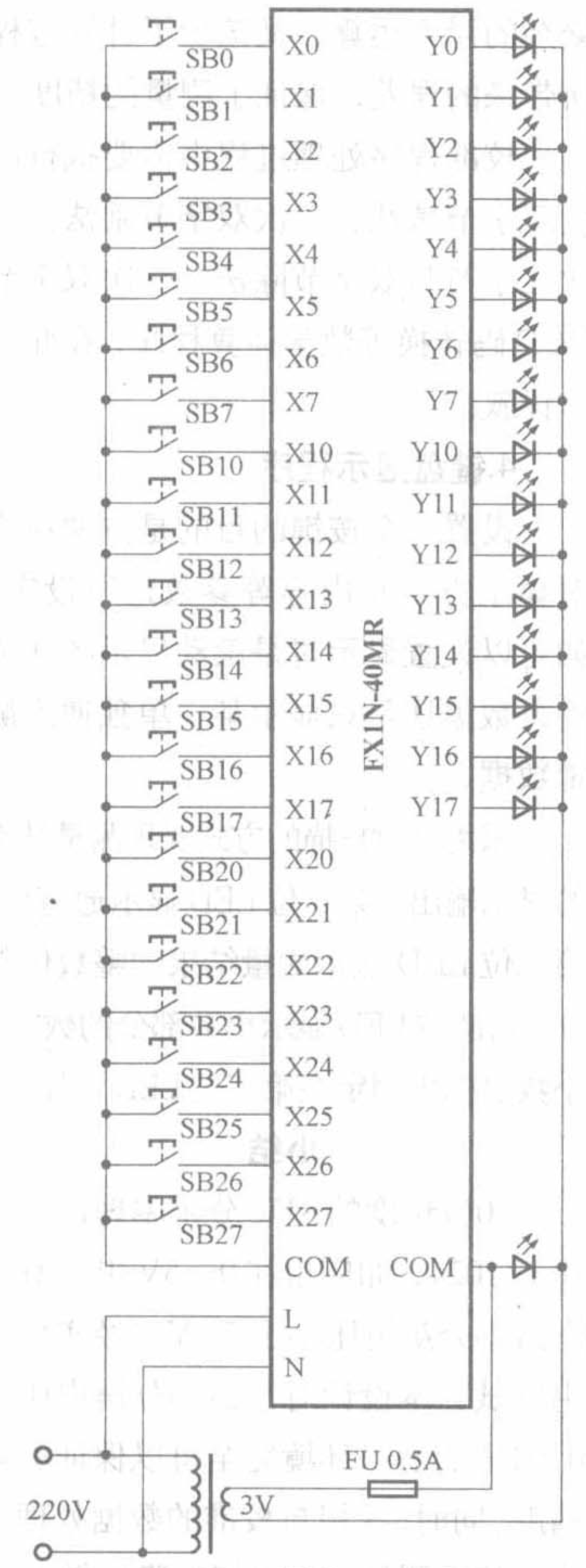


图1

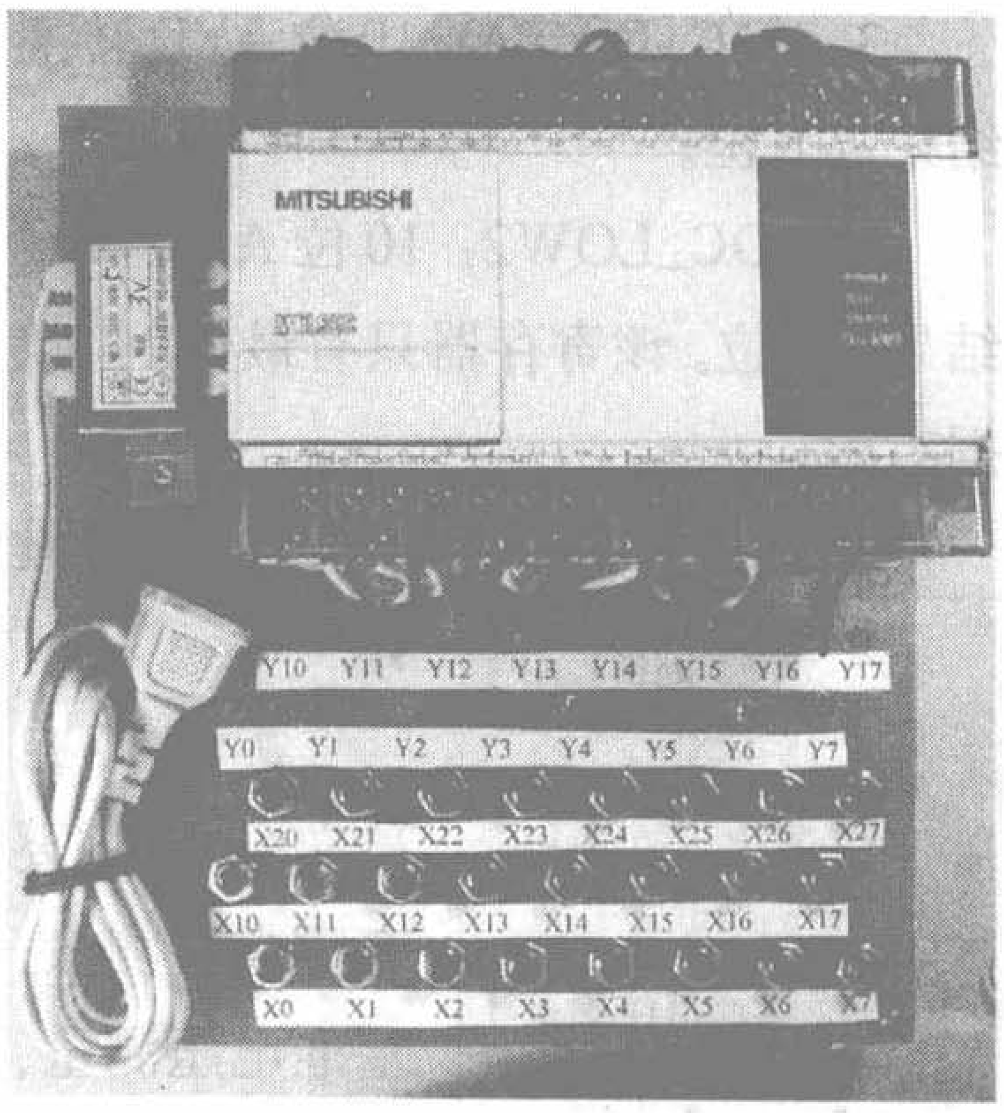


图2

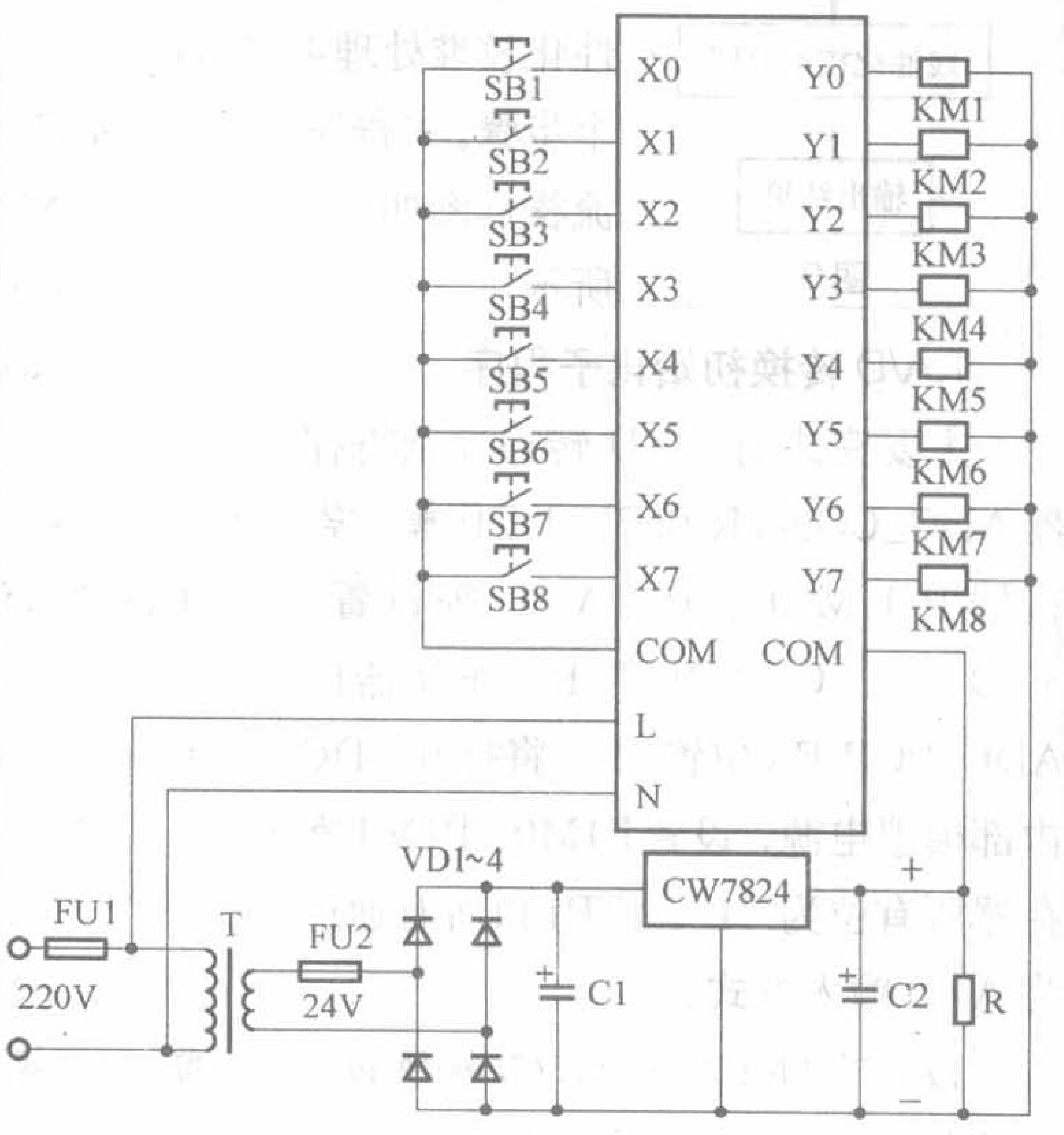


图3

编者按： 许多无线电爱好者对语音电路很感兴趣，而用可编程逻辑器件（PLD）来处理语音信号是一种成本低、效率高、应用灵活、入门并不难的技术。无论是一般的语音交换还是特殊的电话功能或者语音延时和混响等功能，都能用可编程逻辑器件来完成全部的逻辑处理，从而取代普通逻辑电路和某些功能单一的专用语音集成电路。

本刊已在去年的配套光盘及相关文章里介绍了可编程逻辑器件及其设计软件MAX+plus Ⅱ的基本知识，从本期开始，将介绍怎样运用已学到的这些知识来设计数字语音电路。本系列文章先从介绍用PLD控制简单的电话交换开始，接着举一些例子说明用PLD和FPGA（现场可编程门阵列）设计语音电路的技巧，最后介绍如何从MAX+plus Ⅱ过渡到新一代的设计软件Quartus Ⅱ，并以一个32方全双工电话会议的设计实例来结束讲座。

用可编程逻辑器件设计数字语音电路（1）

数字语音电路的基本原理与时序设计

文/陈演平

一、语音信号的数字化

用可编程逻辑器件来设计数字语音电路，前提是先要把语音信号数字化，也就是语音的A/D变换。通常还要对A/D变换后的语音数据进行编码。PCM（脉冲编码调制）技术是一种基本的语音数字化编解码技术，在语音通信中得到广泛的应用。我国采用的是A律PCM码，即对A/D变换后的语音信号按照“A律”进行对数式压缩处理，使得8位的PCM码相当于压缩前的13位线性码，符合G.711标准。还有一种是“μ律”的PCM码，方法略异，主要通行于北美等地区。

PCM编码的特点是，对语音信号按8kHz的速率取样，每次取样得到8bit数据，1路语音占用64kbit/s的带宽。PCM码的最高位是符号位，其余7位表示语音振幅绝对值的大小。为了避免在无语音时出现一长串的“0”使数据通信难以同步，还要对偶数位进行“反转”处理，如把“00000000”的偶数位取反成为“01010101”来表示实际语音的零振幅，又如用

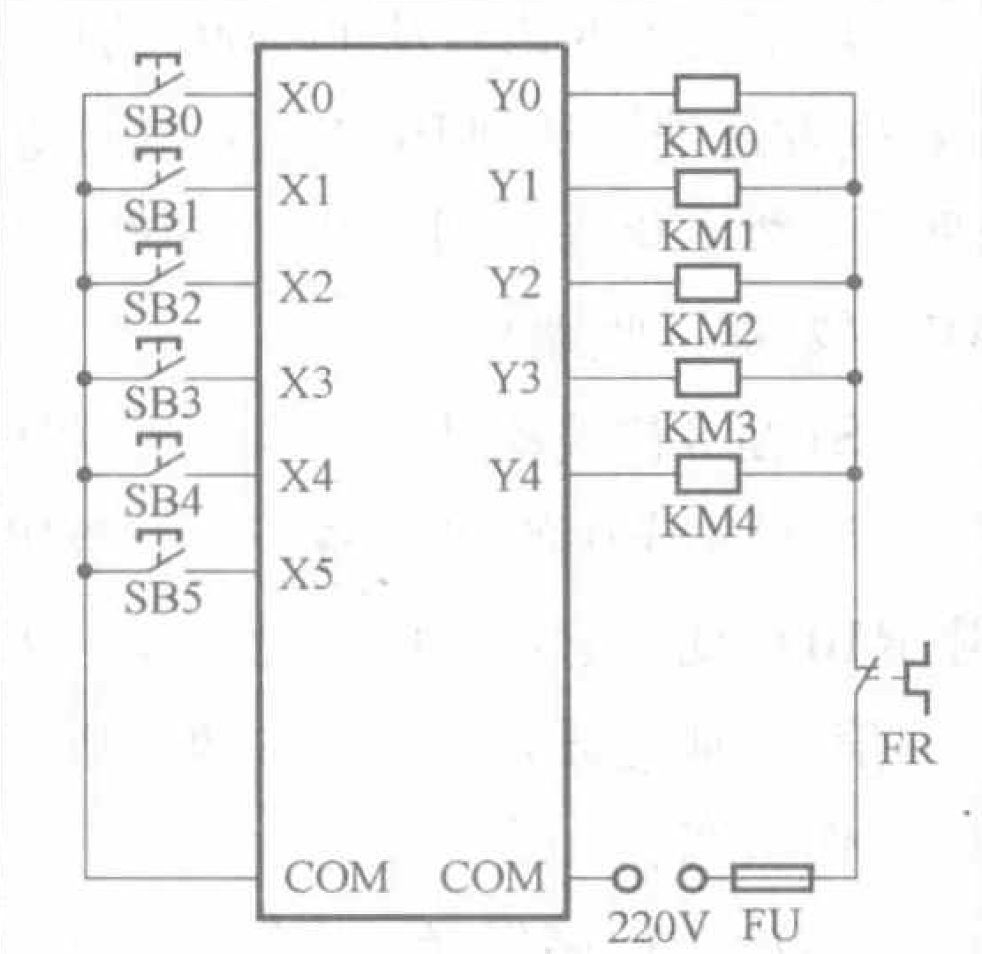


图4

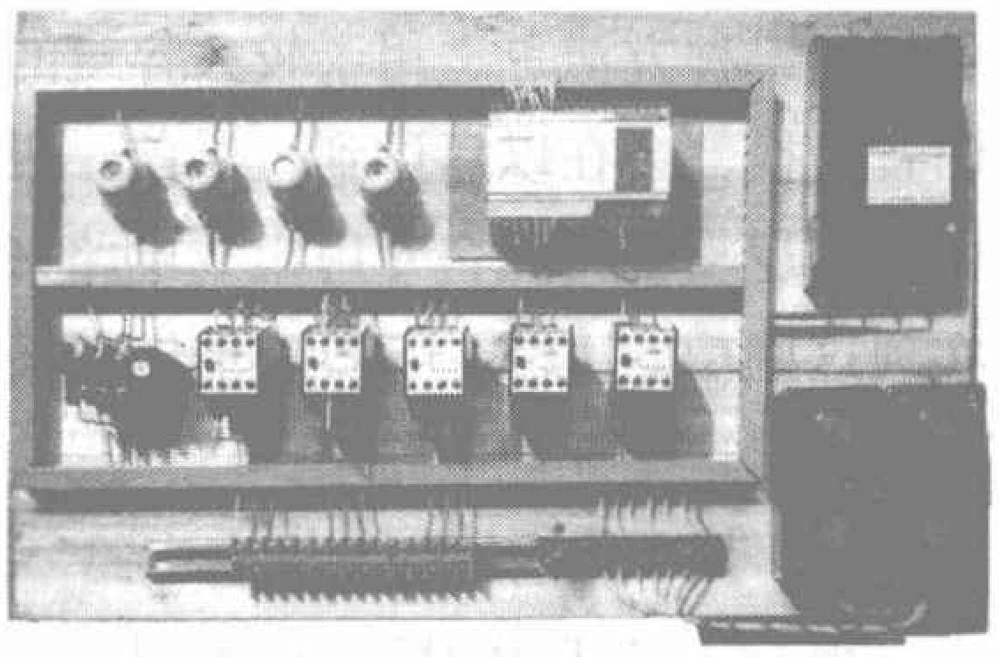


图5

分利用学校已有计算机设备，省掉了每台PLC配置一台计算机的投资。

2.在学生已能熟练编制程序后，把PLC拆装在配有24V继电器的实验板上，它的接线图见图3，它与PLC的实际运用情况差不多了，而且体积小，仍然可以在计算机实验室编制程序，运行程序，用24V直流继电器驱动电磁阀，完成相关电路的实验，输入指示可以从PLC面板上的“输入指示LED”看到，输出指示可以从PLC面板上的“输出指示LED”看到。

3.用220V交流接触器代替24V直流继电器，它的接线图如图4，实物如图5，PLC在工程中就是这样运用的，220V交流接触器能够带动交流、直流电动机、电磁阀等，让学生在计算机实验室编制好程序，写入PLC，再把PLC装在如图5所示的实验板上，按图纸要求接好电路，接上电动机、电磁阀等负载，接通三相交流电，合上总开关，就能运行电动机、电磁阀。

通过3种方案的实验，能够使学生全面熟悉PLC，并且能够使学生综合运用无线电知识，把无线电技术和自动控制结合起来，把PLC与生产实践结合起来，这样建设，PLC实验室投资少、收效大，学生能运用PLC。

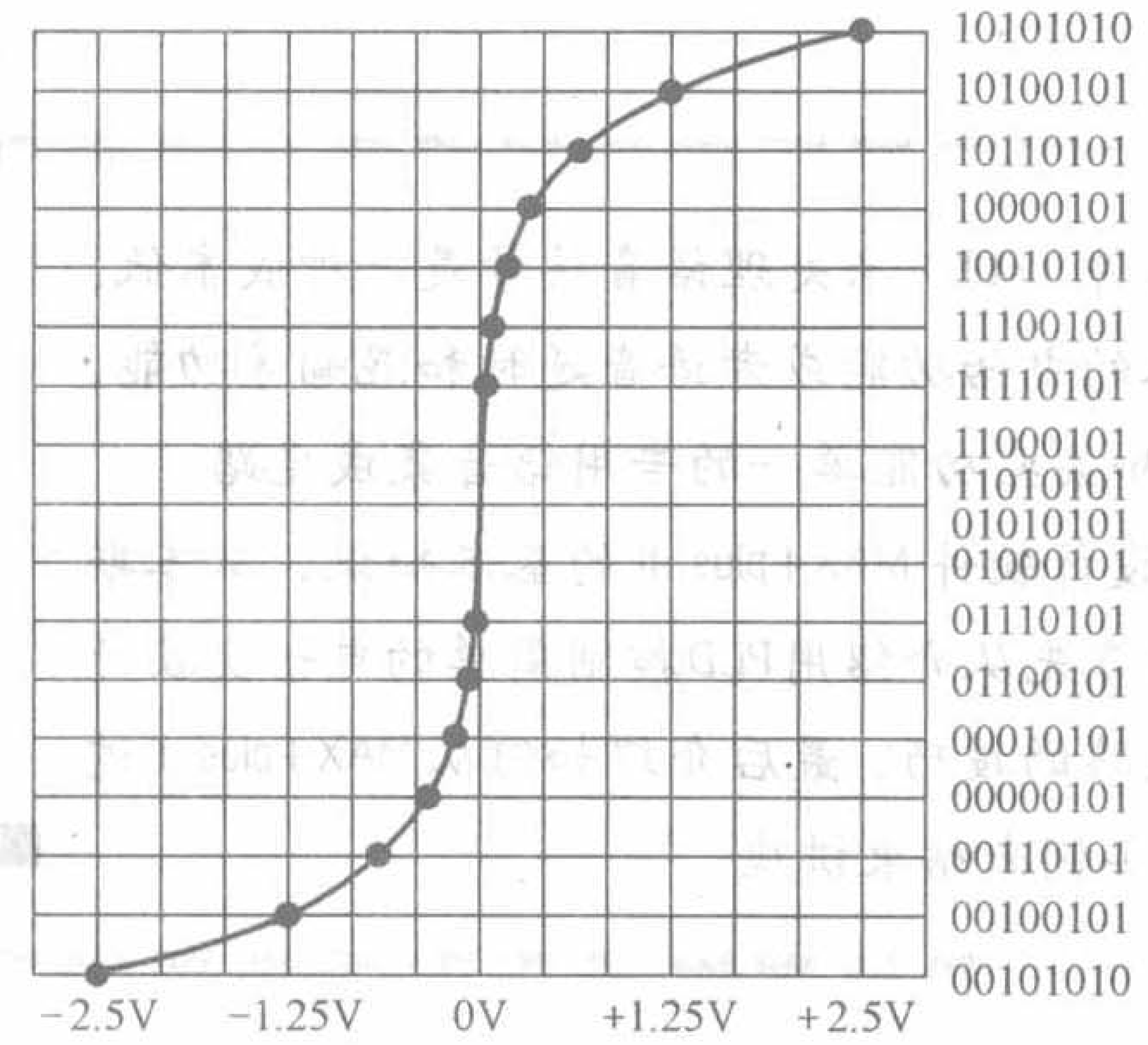


图1 PCM编码曲线图

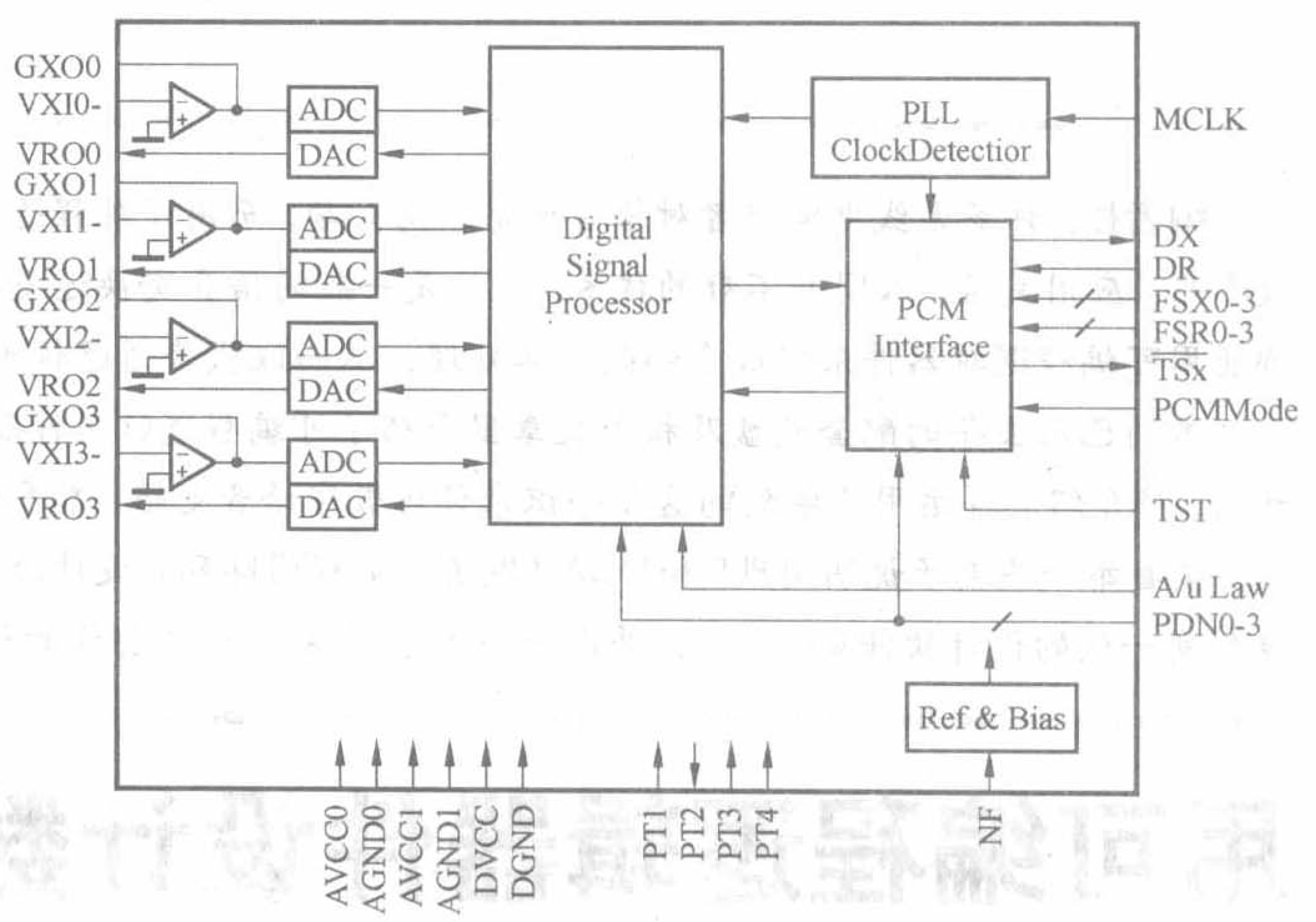


图2 TP3094芯片电原理图

"10101010"和"00101010"分别表示实际语音的正向和负向最大振幅。

PCM编码的示意图见图1，横轴是语音模拟信号的振幅，纵轴是对应的PCM编码。从图中可以看出编码曲线在0V附近（小信号时）是线性的，能保真语音的细节，随着语音振幅绝对值的增加，曲线变为对数型，扩展了信号的动态范围。

二、PCM编解码器件和信号时序

有很多专用集成电路能够完成PCM编解码，美国国家半导体公司的TP3094就是其中一种。TP3094是4路双向PCM编解码芯片，芯片内部的电原理见图2。TP3094的技术文档可从http://www.national.com/ds/TP/TP3094.pdf下载。

PCM取样时钟的频率是2048kHz。由于1路语音占用64k带宽，因此1个PCM的基本信道能够容纳32路语音，称为1"帧"。这32路语音分时复用传输电路，每路数据每次占用的时间称为1个"时隙"。容易算出，时隙的宽度是1÷32÷8000≈3.9（μs）。有了各自的时隙，32路信号就可以在1条信号线上互不影响地分时传输了。

同时收发双向PCM信号时，收、发每32路各占用1条信号线。每路语音收/发时，按分配给它的收/发时隙占用收/发信号线。如果要进行语音交换，可以有两种方法：一是在处理电路中把收、发信号线相连，再调整各路收/发时隙的相对位置，如A路收时隙的位置被调到与B路发时隙一致时，A就收到了B发出的信号，以此类推。该法电路简单，这一讲里用的就是这种办法。二是固定各路的收/发时隙，在处理电路中把发来的各路信号在时间上重新排列后输出供各路接收，如把B时隙来的信号安排到A时隙发回去，A就收到了B的信号。第二种方法更适用于较大容量的语音交换，会在以后讲到。以前一般由标准逻辑电路配合专用集成电路来实现这些功能，现在用PLD能够很灵活地做出这些处理电路来。

三、用PLD设计数字语音电路

用PLD芯片和PCM编解码芯片设计的数字语音电路见图3。

来自电话送受话器(即电话手柄，用来试验通话）插座J0~J3的4路双向语音连接到TP3094做编解码处理。TP3094的VXI0~VXI3是各路模拟语音输入端，连接到电话送话器，电阻R1~R8用来调节各路语音的输入增益。TP3094的VRO0~VRO3是各路模拟语音输出端，连接到电话受话器。电容C1~C8用来隔直流。

U1是PLD芯片，采用美国Altera公司的EPM7128SLC84集成电路。B1是有源晶振，输出4096kHz的时钟信号给PLD。PLD通过内部设计的时序电路输出2048kHz的主时钟信号MCLK给TP3094，并产生4个相继的时隙。TP3094的发送时隙是FSX0~FSX3，接收时隙是FSR0~FSR3，每个收、发时隙都是按应用要求由PLD的4个时隙之一分配来的，不同的时隙分配状态决定了不同的通话功能。

数字化后的语音从TP3094的DX（数据发送端）送到PLD，经PLD处理后的数字化语音则送往TP3094的DR（数据接收端）。

S1是8位拨动开关，当开关不通时，与开关连接的PLD各I/O口被电阻R10拉低，输入"0"信号。反之为"1"信号。通过设置开关能够改变PLD的工作状态。

VD3是10路发光二极管，与其连接的PLD的I/O口如果输出"0"，则对应的发光二极管亮。通过这些发光二极管可以显示PLD的工作状态。R15是8路电阻排。

VD1是PLD工作指示灯，当PLD正常时，VD1以每秒1次的频率闪亮。

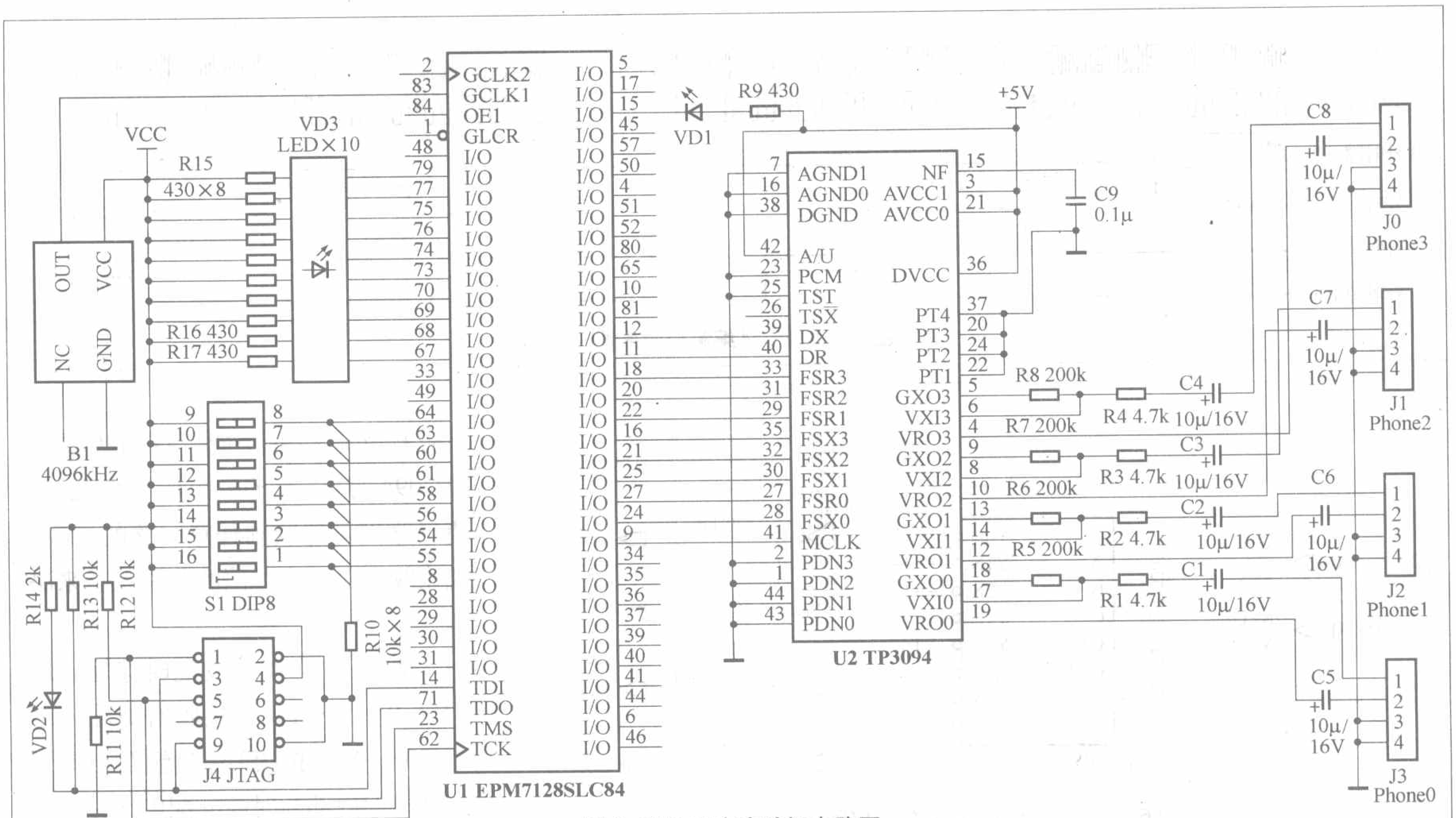


图3 PLD语音实验板电路图

J4及电阻R11～R13组成PLD的JTAG接口，把专用的ByteBlasterMV下载电缆插入JTAG接口，电缆的另一头连接到计算机的并口。当PLD设计完毕后，通过MAX+plus II软件把设计数据下载到PLD芯片对其编程，使PLD具有所设计的功能。VD2是下载指示灯，在下载过程中会闪亮。

由于PLD的可编程性，这个电路不用改变硬件连线就能够设计和试验许多功能，例如：

- PLD工作指示灯
- PCM时序电路
- 语音传输电路
- 电话监听功能
- 电话广播功能
- 信号音发生器
- 用拨动开关设置PLD状态
- 10路发光二极管显示
- 语音交换方式控制
- 语音音量的动态显示
- A律码和线性码的相互转换
- 语音音量的电平比较
- 数字语音激活功能

这些设计将在本系列文章中陆续介绍，并在各期的配刊光盘中提供相关设计的工程文件。

PLD语音实验板电路完整的Protel设计文件，包括电原理图和印制电路板图，都附在本期配刊光盘中。

四、给PLD加上工作指示灯

在一个既有PLD又有其他元器件的电路里，当出现故障时，初学者往往无法及时判断是PLD还是其他元器件不正常。如果给PLD加上工作指示灯，使PLD正常时指示灯按照一定的规律闪亮，那么只要上电后看到指示灯闪亮，通常就说明PLD没问题。

加指示灯的方法很简单，就是把来自B1的4096kHz信号通过PLD进行22次分频，得到1Hz的信号输出，点亮发光二极管。

22位分频器电路图见图4，其中counter1是用MAX+plus II软件的“MegaWizard Plug-in Manager(功能插件管理器向导)”工具设计的22位分频器。“功能插件管理器向导”是MAX+plus II软件为了方便用户创建自定义的规模较大的常用逻辑电路而设立的向导工具。比如，一般中小规模的标准集成电路只有4位、8位等几种计数器可选用，如果要用到22位的计数器就要用好几片74系列的标准集成电路芯片组合起来，但用PLD设计时，只要使用这个工具，按照提示一步步做下去，几步就可做出22位的计数器，而且还可以对这个计数器的各种参数做选择和修改。我们在接下来

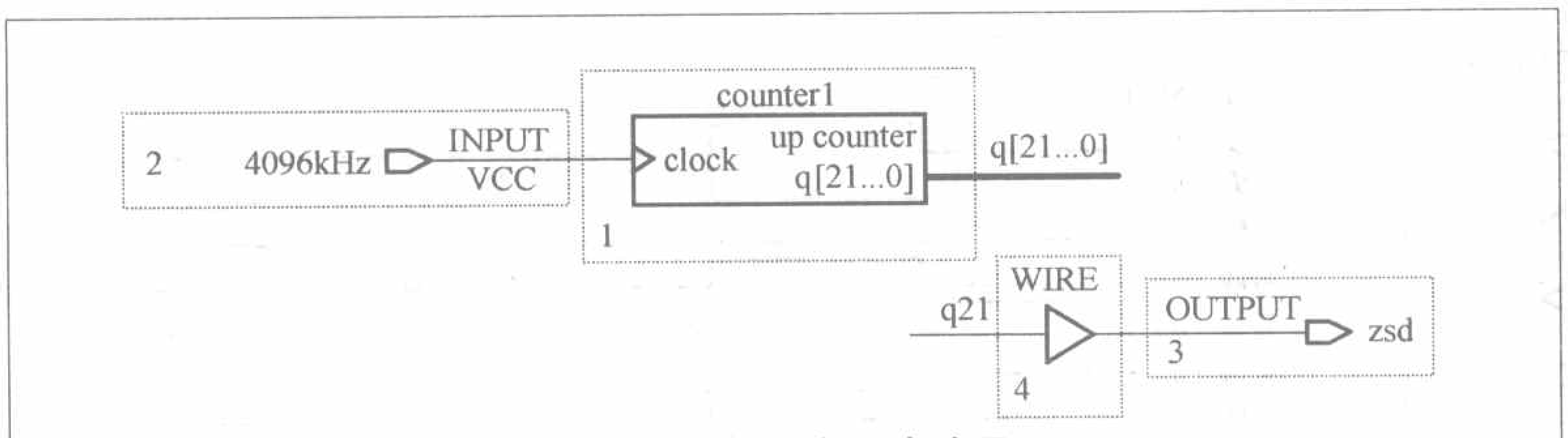


图4 22位分频器电路图

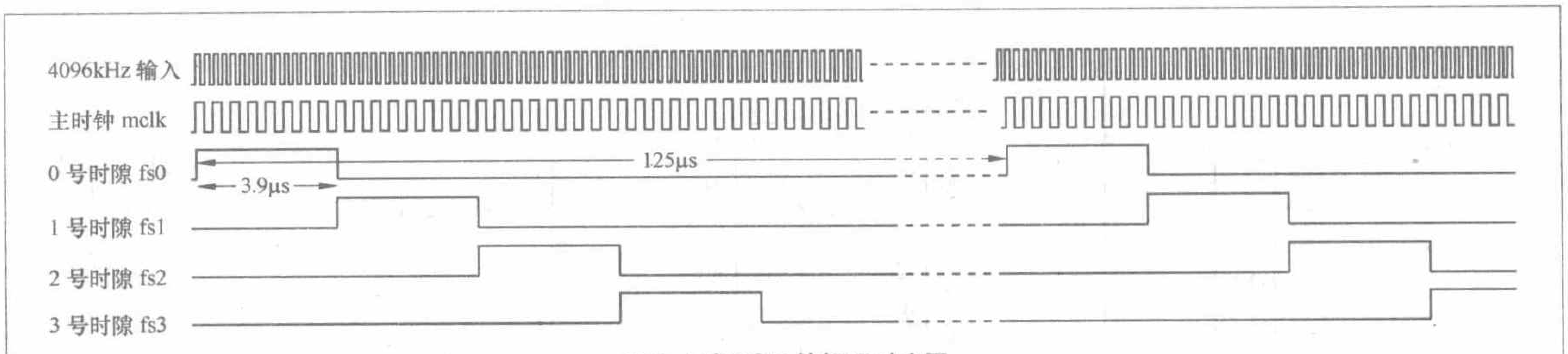


图5 4路PCM编解码时序图

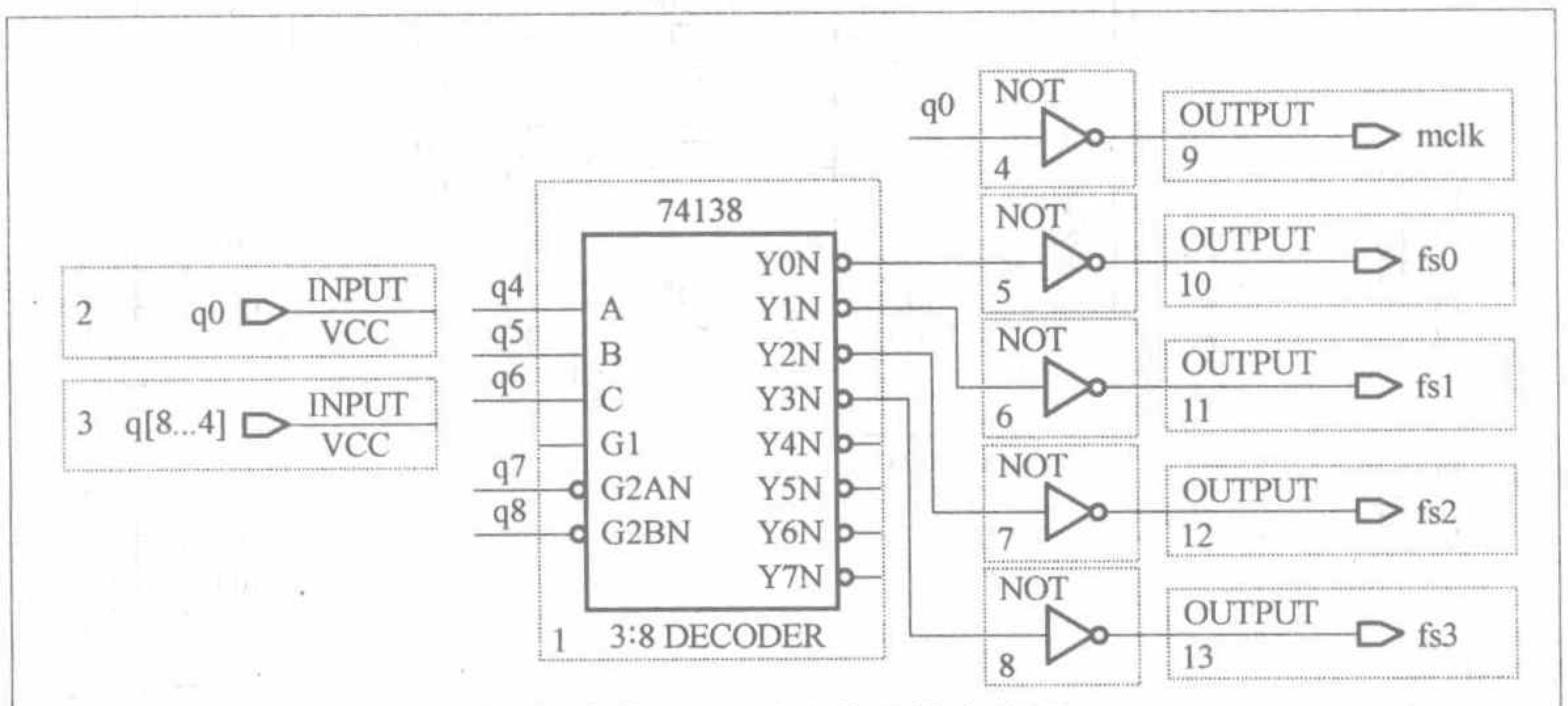


图6 产生PCM时序信号的电路图

的PLD设计中要经常用到这个工具。

把分频得到的秒信号q21通过WIRE连到zsd输出即可点亮PLD工作指示灯。WIRE的作用是连接两个不同名称的端点。

五、用PLD设计PCM时序电路

TP3094编解码电路所需要的主时钟信号mclk、4路时隙信号fs0～fs3的时序关系见图5。为保证信号间相位关系的稳定，这些信号都必须由同一个时钟源导出。通过PLD内部电路处理输入的4096kHz时钟信号，可以得到图5中的其他信号。

由时序图可见，每个时隙的宽度3.9μs，正好能容纳8个mclk脉冲，对应着8bit的数据；0到3号时隙相继排列但不重叠，表示分时复用；同一时隙的重复周期是125μs，对应着8kHz的取样率。

在MAX+plus II软件中，要得到图5的输出波形，可设计一个产生PCM时序信号的电路，见图6。也可以用AHDL语言（一种简单易学的硬件描述语言）来得到同样的结果。

六、用时序电路控制语音传输

作为PCM时序电路的应用，我们设计PLD来实现0号和1号相互通话、2号和3号相互通话的功能。这时需要把TP3094的DX和DR在PLD内互连，使每路都可能收到任意一路的语音，究竟收哪一路由时隙的分配状态来决定。

把TP3094的发送时隙输入端FSX0～FSX3和接收时隙输入端FSR0～FSR3按图3电路连接到PLD，设计PLD内部的时隙分配电路见图7。图中sx是图6电路的符号，在MAX+plus II软件的图形编辑器中用鼠标左键双击sx符号可展现出图6电路。

这个电路输出的时隙信号波形见图8。当fsx0是高电平时，fsr1也是高电平，因此1号能够收到0号的语音。其余各路可类推。如果改变各路信号收、发时隙的相对位置，就可以改换通话对象。

以上各设计详见本期配刊光盘的视频教程。完成PLD设计后，把下载电缆连接到图3电路的JTAG接口上，对PLD编程。下载完毕，图3电路就具备了所设计的语音通话功能。把4个电话手柄分别插入图3的J0～J3插座，0号和1号能够相互通话，同时2号和3号也能够相互通话。

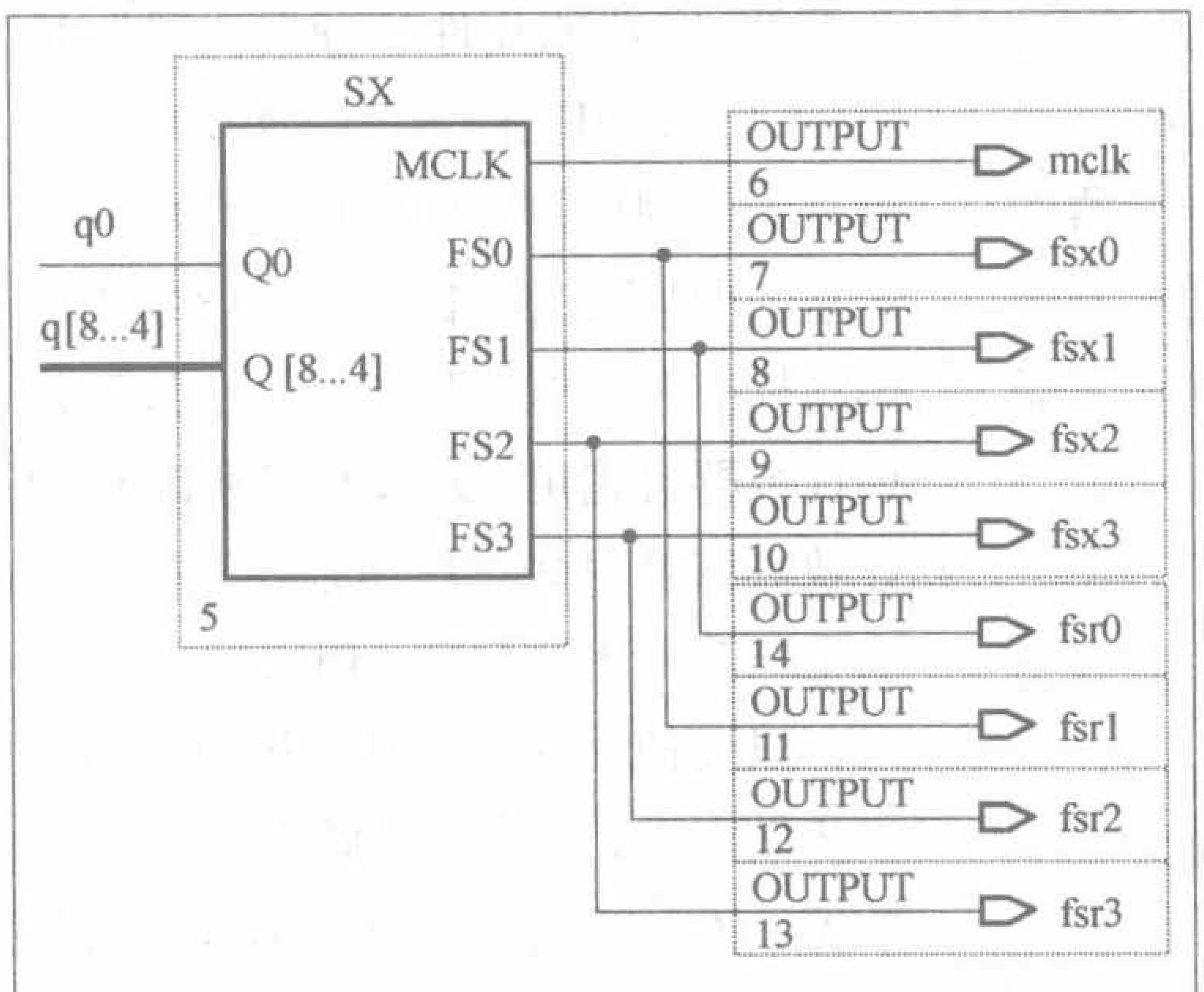


图7 各路收、发语音的时隙分配

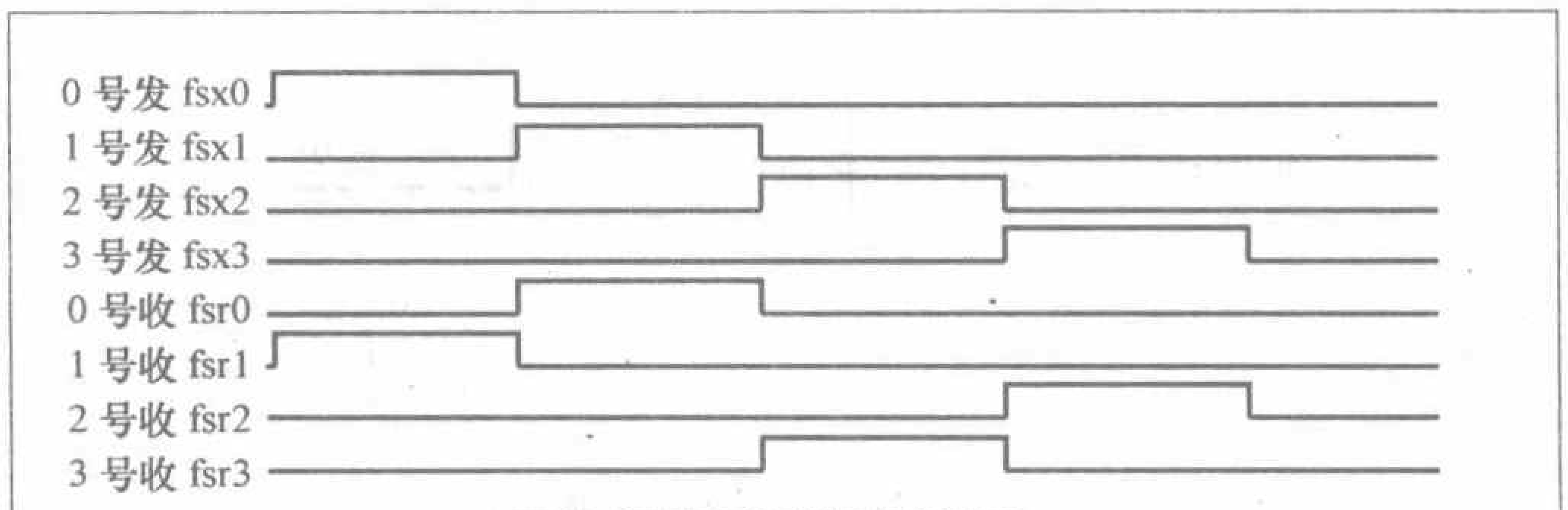


图8 语音通话的时隙波形

电脑USB接口配件一览

文/赵玉安

我们在使用电脑的过程中，经常会遇到各种接口不相匹配等问题，尤其是笔记本电脑出于便携性能的考虑，往往取消了某些接口，比如串口等，而我们有时又不得不用这样的接口，如单片机的编程、远程控制等。还好随着电脑制造技术的不断发展，如今的电脑都有了USB接口，有的甚至有8个之多，相应的配置USB接口的外部设备也在日益增多，但如何照顾到新旧电脑、新旧外设之间的接口匹配就成为一个现实的问题。下面介绍一些电脑应用中常见的各种转换配件，有了它们的帮助，相信你在使用电脑时再也不会出现那么多的烦恼。

一、USB转换线

1. USB转IDE连接线（参考价格：60元）

USB转IDE连接线（如图1所示），自带“三基色”指示灯，解决了不知是否联机或读数据，为使用者提供可操控感。采用1米长高级透明银白屏蔽线，镀金USB接口，带“鼻”接头，使用者不会插反硬盘线；即插即用，一物多用，可将旧电脑中的硬盘、光驱、DVD刻录机做移动存储，IDE设备全可外置，支持热插拔，适用于各种带USB接口计算机追加外设。

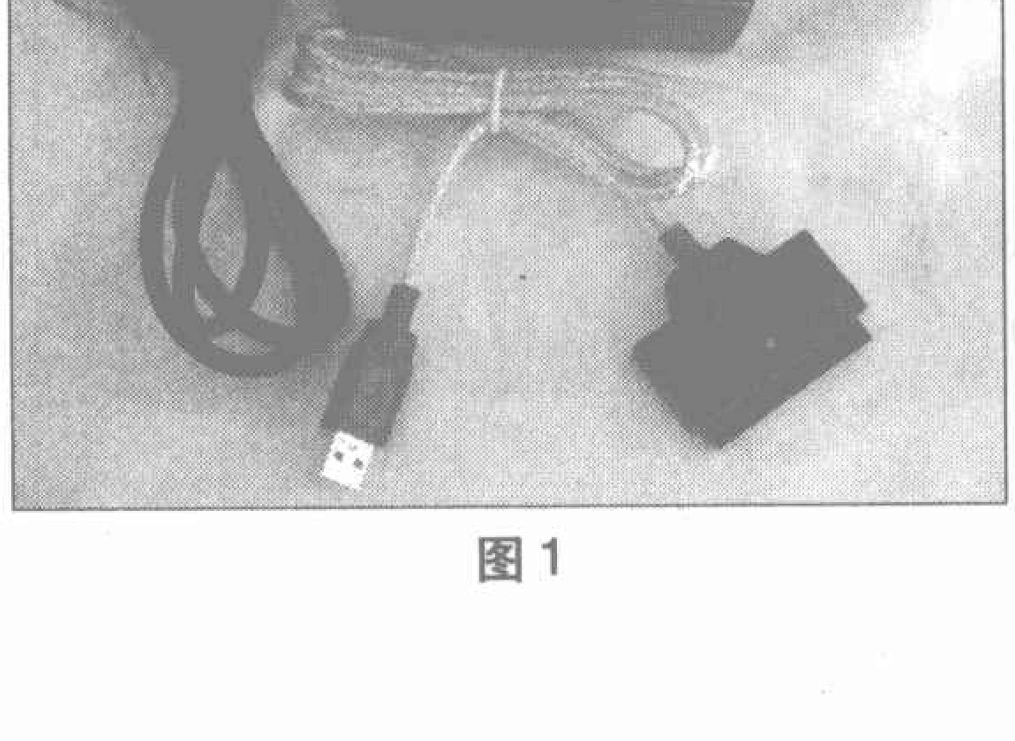


图1

主要功能：

使用简单：USB2.0接口，支持热插拔，即插即用。

通用性强：可用于硬盘、光驱、CD刻录机、康宝、DVD刻录机外置转接，IDE设备全可外置。

兼容性好：可实现跨硬件平台数据交换。

传输速率快：　传输速率可高达480Mbit/s。

存储容量大：外置硬盘容量不受限制，升级简单。

电源安全稳定：专业开关电源，输入电压范围AC85V～264V。

支持多操作系统、应用领域广泛：适用于安装了MSDOS/Windows 98/SE/ME/2000/XP等各主流操作系统的各种PC机。公务旅行时程序和数据之携带、公司重要文件备份、办公室与家庭间数据交换、大型重要应用程序保存，特别适合记者、勘探人员、设计师、程序员、作家、律师以及大专院校的师生。

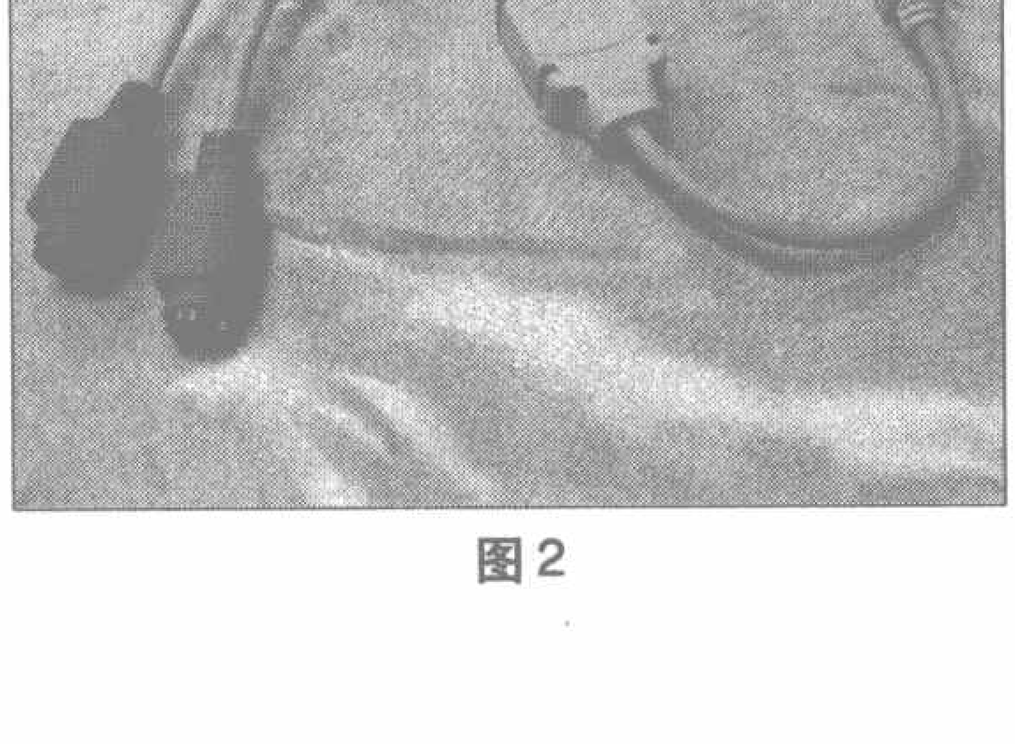


图2

2. USB转PS/2口线（参考价格：30元）

USB转PS/2口线（如图2所示），即插即用，可支持两个PS/2键盘或两个PS/2鼠标，有了它，您不会再为和同伴分别使用键盘和鼠标玩游戏不够尽兴而苦恼。此外，还有一种USB转PS/2转接头（如图3所示），也可用于将USB接口的鼠标、键盘转换为PS/2接口，扩展其应用场合。

图3

3. USB转打印口线（参考价格：50元）

目前，电脑中的并行接口主要作为打印机端口，一般的台式电脑主板都集成了并行口插座，标注为Paralle1或LPT1，是一个25针D形双排针插座。但有些笔记本电脑没有

并口，而打印机又没有提供USB接口，此时这种USB转打印口线（如图4所示）就发挥作用了。

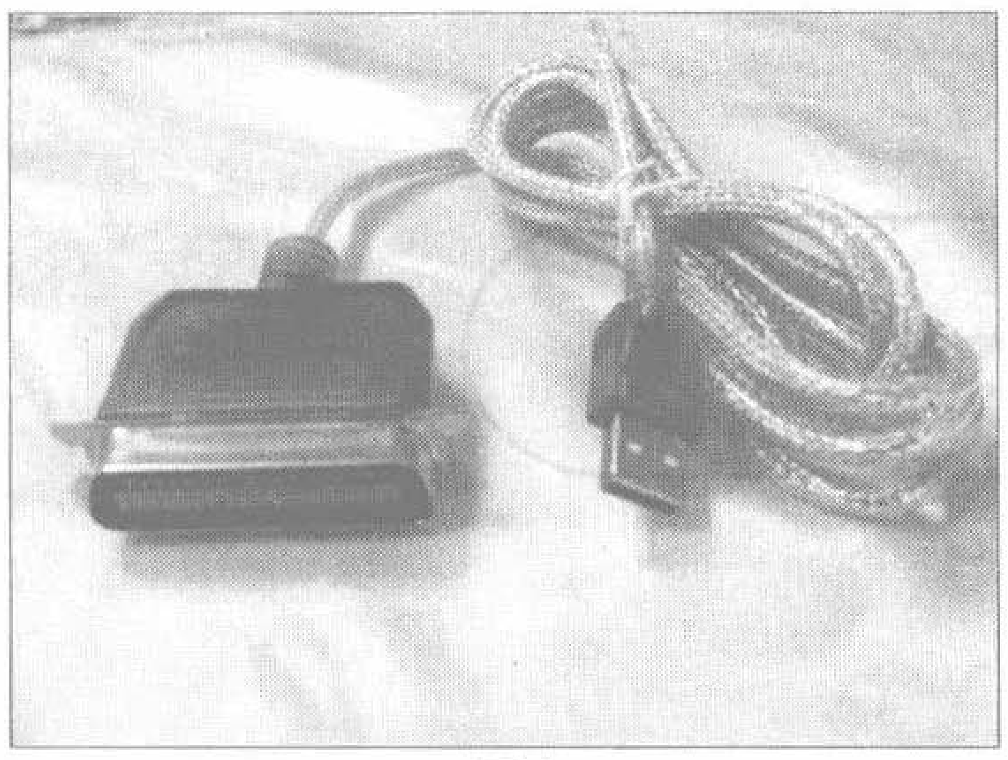


图4

4. USB转COM1/COM2口线（参考价格：40元）

电脑的另一种标准接口是串行口，现在的PC机一般至少有两个串行口COM1和COM2。串行口不同于并行口之处在于它的数据和控制信息是一位接一位串行地传送下去。这样，虽然速度会慢一些，但传送距离较并行口更长，因此长距离的通信应使用串行口。通常COM1使用的是9针D形连接器，而COM2有些使用的是老式的DB25针连接器。有了USB转COM1/COM2口线（如图5所示），你

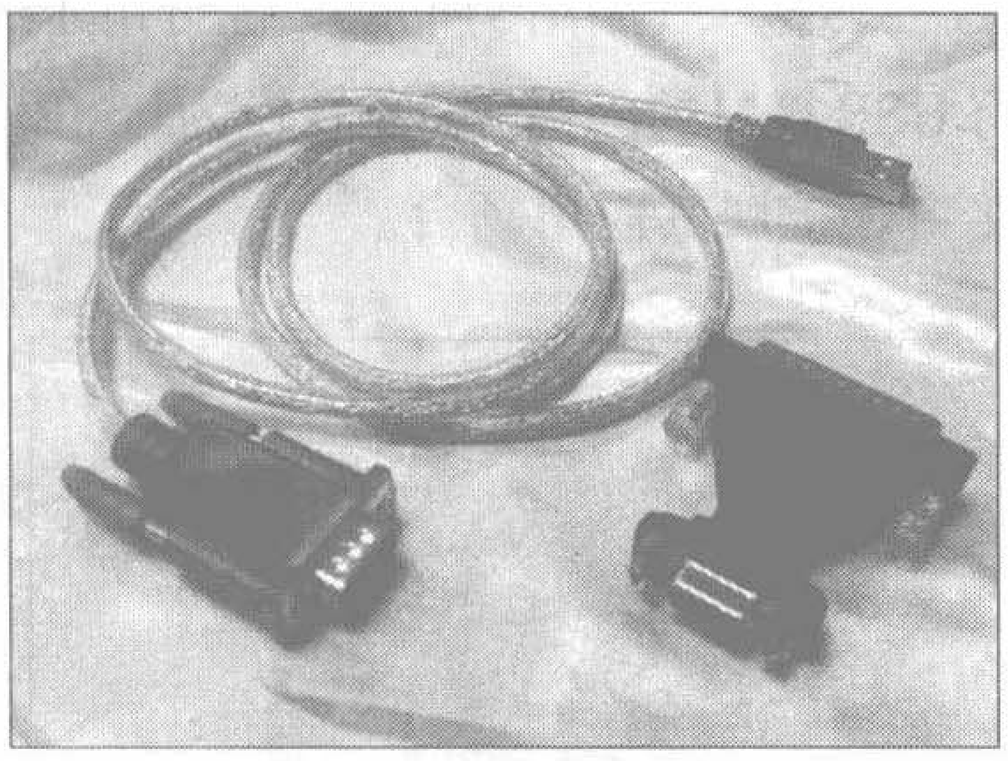


图5

再也不用因为没有串口而犯愁了。图中USB转COM1/COM2口线还有一个转接头，适应25针的串口用。

5. USB联机线（参考价格：40元）

在电脑之间互传数据是一件经常的事情，传输的方法有很多，而采用内置USB-USB直接电缆连接功能的USB联机线（如图6所示）传输数据，其速度是普通并口电缆的50倍，令你自

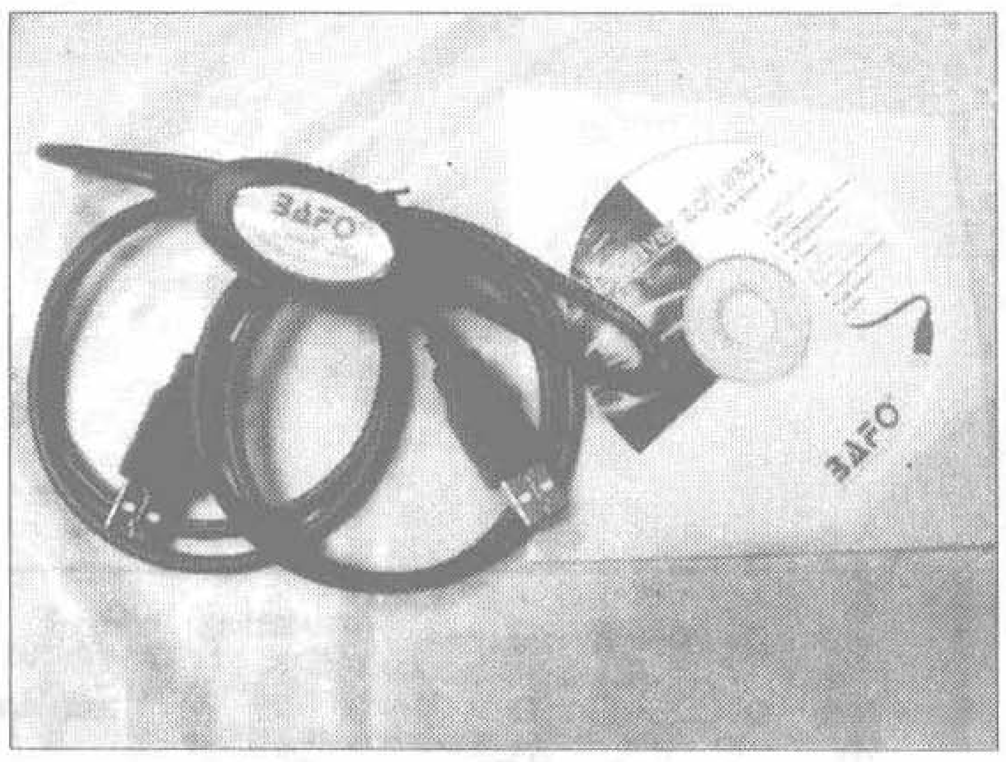


图6

由传输数据，是很好的移动办公工具。

6. USB多用转接头（参考价格：50元）

USB接头形状很多，这套USB转接头（如图7所示）包括一条可伸缩的USB延长线和一个多用途转接头，转接头包括最常见的5种USB端口，方便保管，方便使用。适用于读卡器、MP3、数码相机、数码摄像机、录音笔以及移动硬盘，解决各类设备插口不一致的问题。

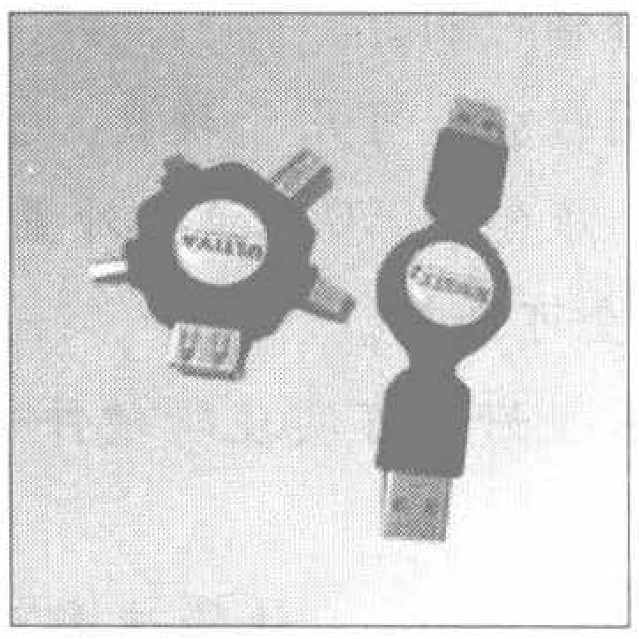


图7

二、USB设备

1. 五合一USB转换器（参考价格：80元）

五合一USB转换器（如图8所示）可以完成USB到PS/2、KB、COM、PT1、2 × USB口的转换，非常好用，

图8

是不可多得的笔记本电脑最佳伴侣。

2. 三合一USB转换器（参考价格：40元）

三合一USB转换器（如图9所示）可以完成USB转PS/2、COM、4 × USB口集线器的转换，特别适合笔记本电脑用户。

图9

3. 多端口集线器（参考价格：80元）

该集线器（如图10所示）的最大特点是支持多种连接标准，包括高速USB2.0、USB1.1及IEEE1394火线(FireWire)，从而实现了多端口整合，非常适用于数字媒体与外设连接。该集线器端口数量较多，共有4个USB下行式接头、1个USB上行式接头和3个1394火线接头，因此，可以同时连接4个USB2.0与3个1394火线设备。这意味着用户可以通过该集线器将DVD机、数码相机、打印机连接到台式机或笔记本电脑上，完成传输、编辑或打印工作。因此这款多端口整合集线器非常适用于拥有较多外设的家庭用户与中小办公用户。此外，产品外观非常轻巧时尚。

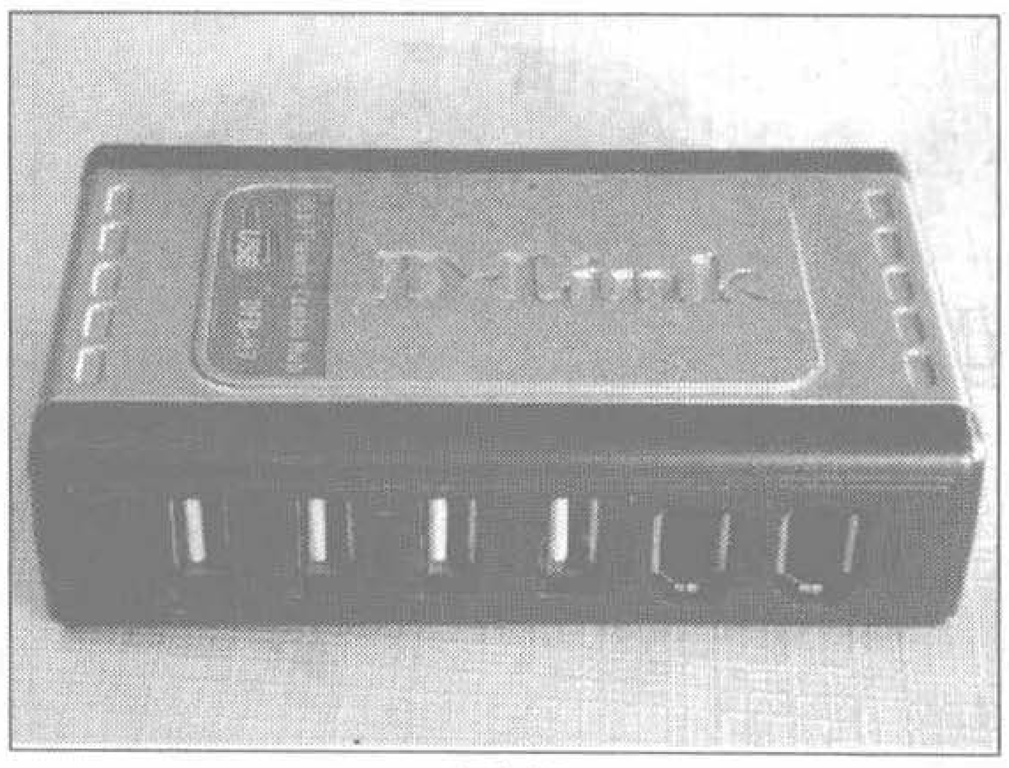


图10

4. 一扩四 USB 集线器（参考价格：30 元）

一扩四USB集线器（如图11所示）可以通过一个 USB 接口扩充4个USB接口，支持热插拔，支持USB1.0/1.1，兼容 USB2.0，速度高达 2Mbit/s。也有一扩七的 USB 集线器。

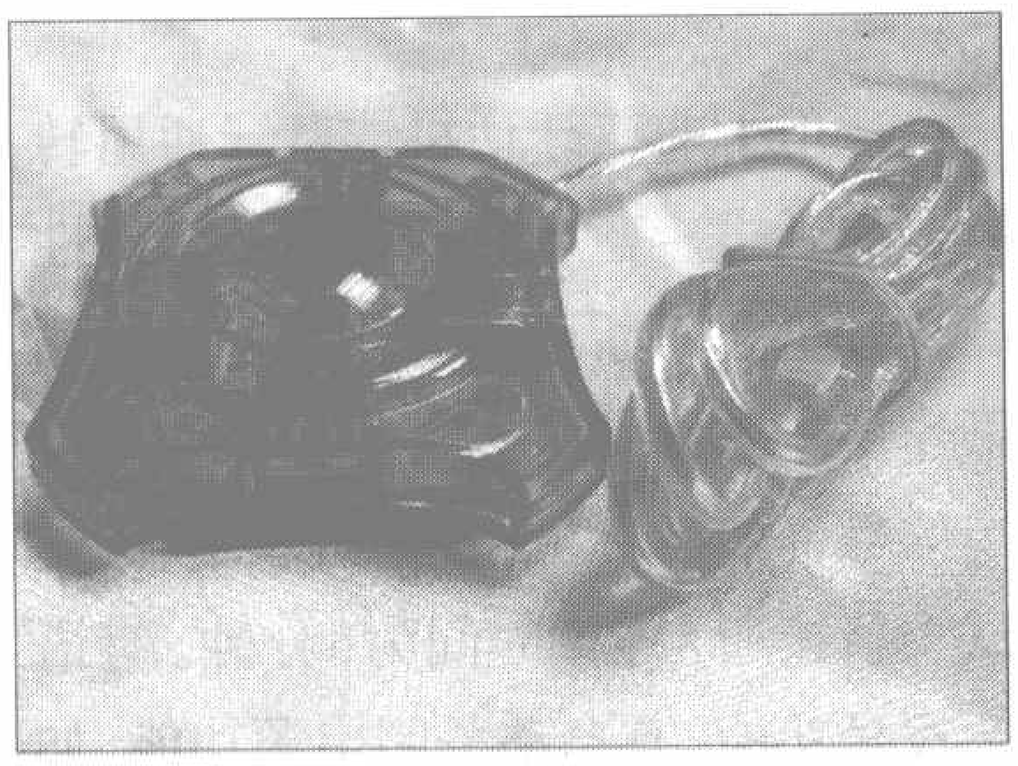


图 11

5. USB 网卡（参考价格：60 元）

这款通体透明、外形小巧、极为新潮的 USB 网卡（如图 12 所示），一改传统网卡的弊端，采用最流行的

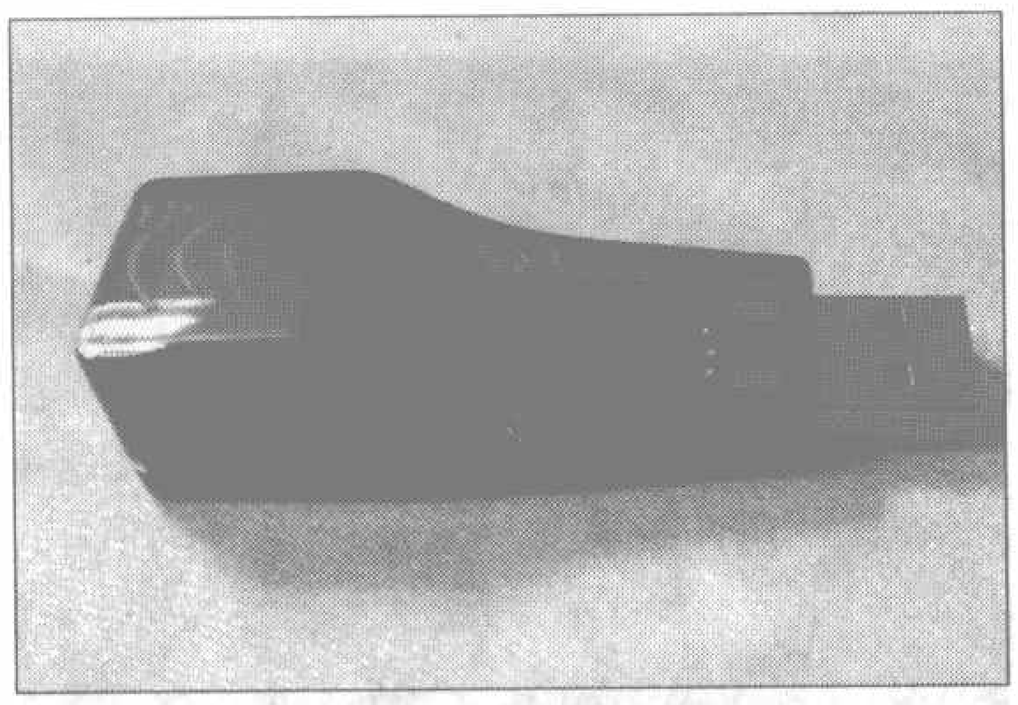


图 12

USB接口，无需拆机，支持热插拔，一插即用，接上USB端口即可连接到网络世界，你再也用不着为电脑没有网卡上不了网而操心了。除了台式机可以使用外，更是没有网卡的笔记本之上网首选，随身携带方便，10M/100M 自适应，即插即用，支持 Windows 98/ME/2000/XP 或更高版本，附安装软件及加长线。

6. HUB 与 USB 网卡二合一（参考价格：60 元）

HUB 与 USB 网卡二合一转换器（如图 13 所示），可同时接入4个USB设备，还可供电脑上网，具有方便易携、性能稳定的特点。

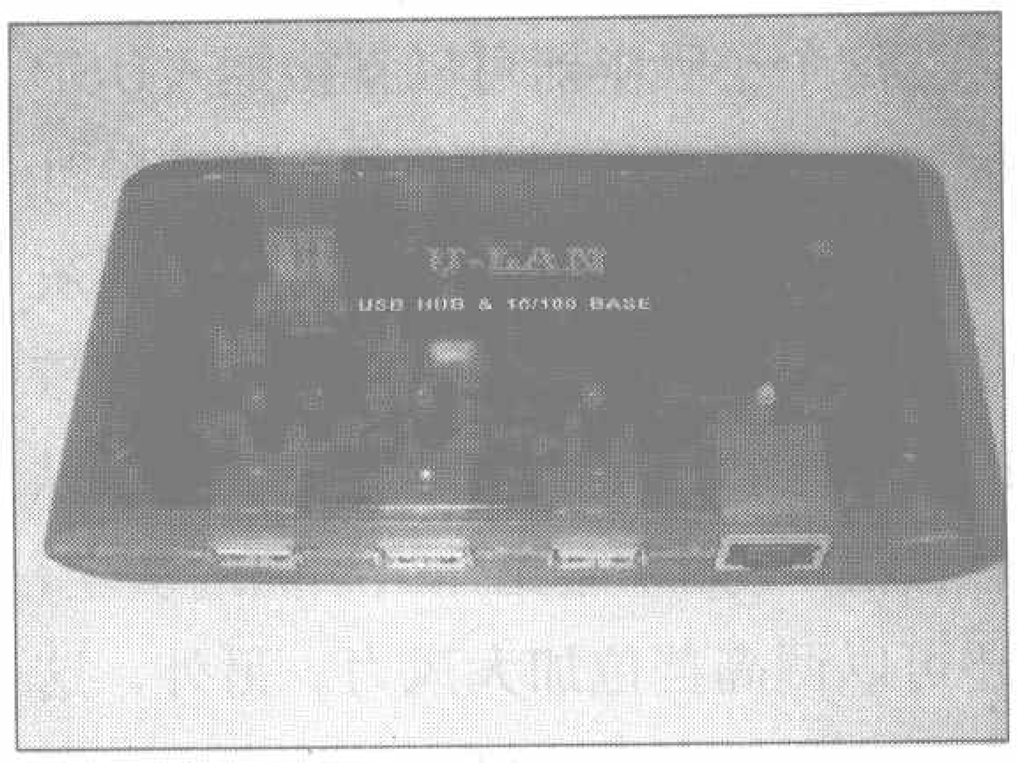


图 13

7. USB 红外线适配器（参考价格：60 元）

红外通信指的是两台设备之间通过红外线进行数据传输的一种无线通信方式。其最大特点在于它替代了设备与设备之间传统的线缆连接，进而摆脱了不同平台设备连接时对于特制接口的要求，使得跨平台设备间的数据交换变得更加简单和快捷。

红外线适配器（如图 14 所示）是为台式电脑配备的一种无线数据传输装置，因为一般电脑都具有红外传输功能。有了红外线适配器，台式电脑也可以拥有笔记本电脑那样的红外通信功能。

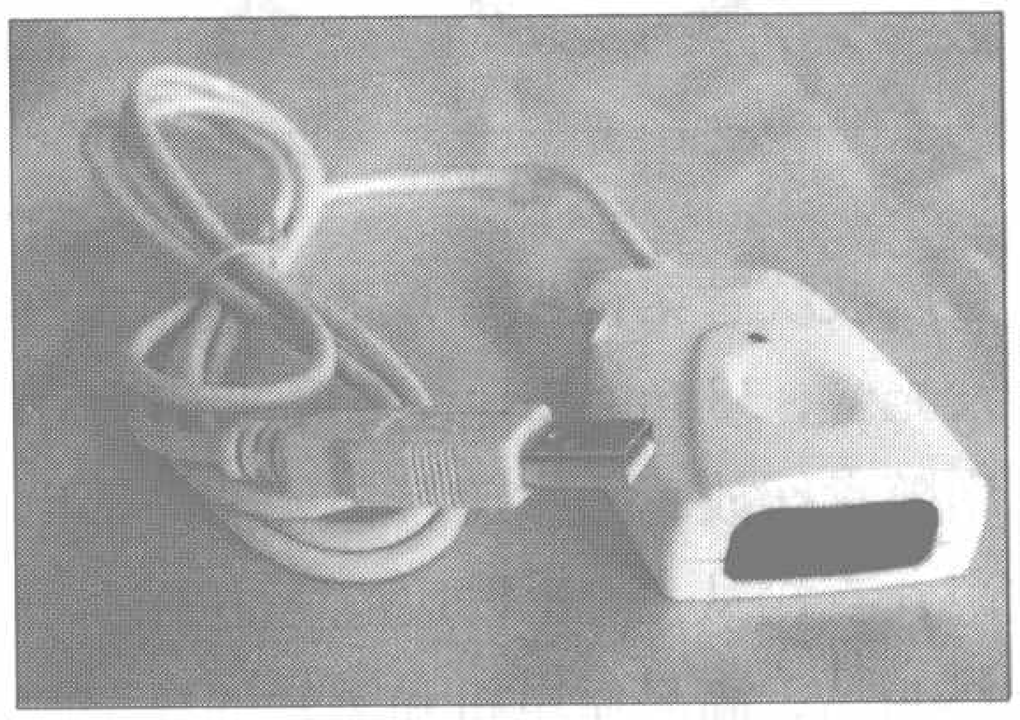


图 14

通过红外线适配器，可使电脑与配备红外通信口的手机建立无线连接，在电脑上对手机的电话簿、短信息、画面或铃声进行编辑修改，或通过红外线连接 GPRS 手机拨号上网。

通过红外线适配器，可在台式机与笔记本电脑或掌上电脑之间进行无线的文件传输和数据同步。也可以用它来无线连接或控制配备红外通信口的打印机、数码相机、仪器仪表等红外设备。

8. USB 蓝牙适配器（参考价格：35 元）

和红外线适配器一样，蓝牙适配器（如图15所示）也是用于两台设备之间进行数据传输的一种通信方式，只不过传输途径是无线电波。该产品支持蓝牙标准2.0，工作频率为2400MHz～2483MHz，工作距离在 10 米内。

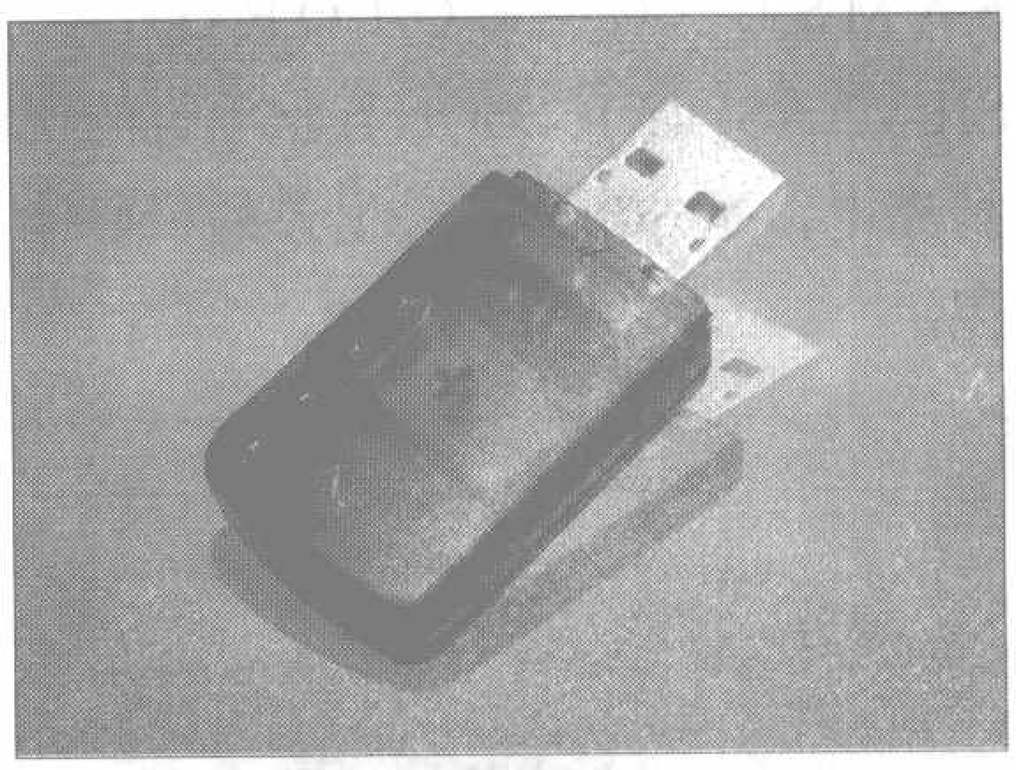


图 15

9.USB2.0铝合金移动硬盘盒（参考价格：70 元）

该铝合金移动硬盘盒（如图 16 所示），自带底板，能更牢固地固定硬盘，更好地保护硬盘，采用铝合金外壳，散热好、使用方便、易携带、支持大硬盘。

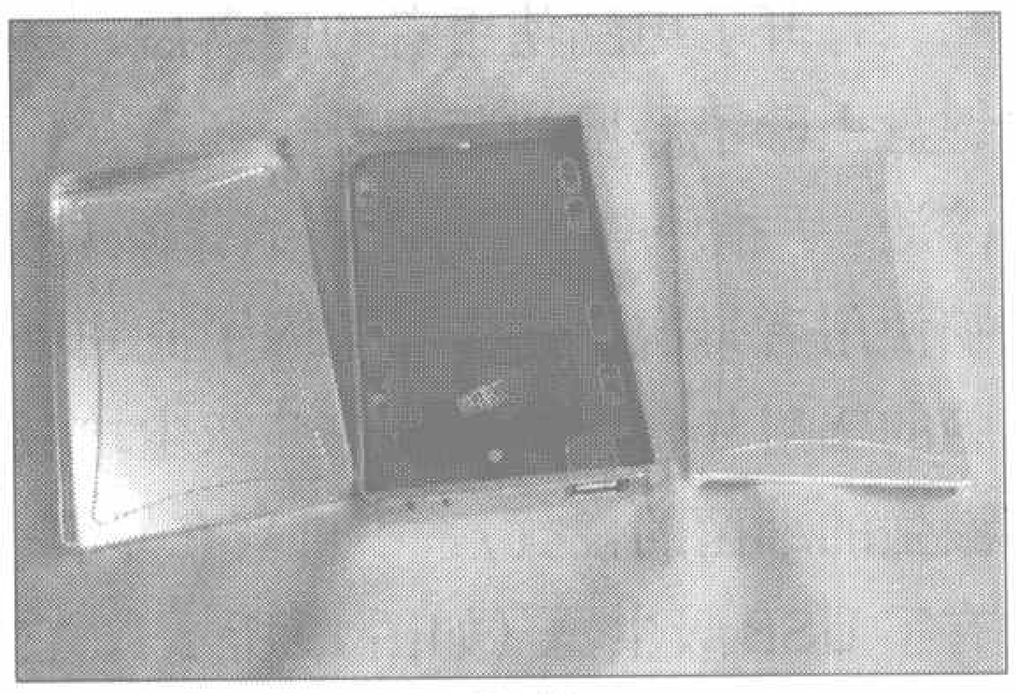


图 16

三、USB 小电器

1.USB充电器（参考价格：20元）

图 17

适用于MP3、数码相机、数码摄像机等可通过USB口充电的数码产品(如图17所示)。

此外还有一款专门用于对手机充电的充电器(如图18所示),此产品携带方便,使用简单,可以通过笔记本电脑及PC USB接口给手机充电,也可通过集线器USB接口给手机充电。五合一套装,适合NOKIA、SAMSUNG、MOTOROLA、SIEMENS、ERICSSON五款手机的便携充电,是外出旅行、出差的极好伴侣。

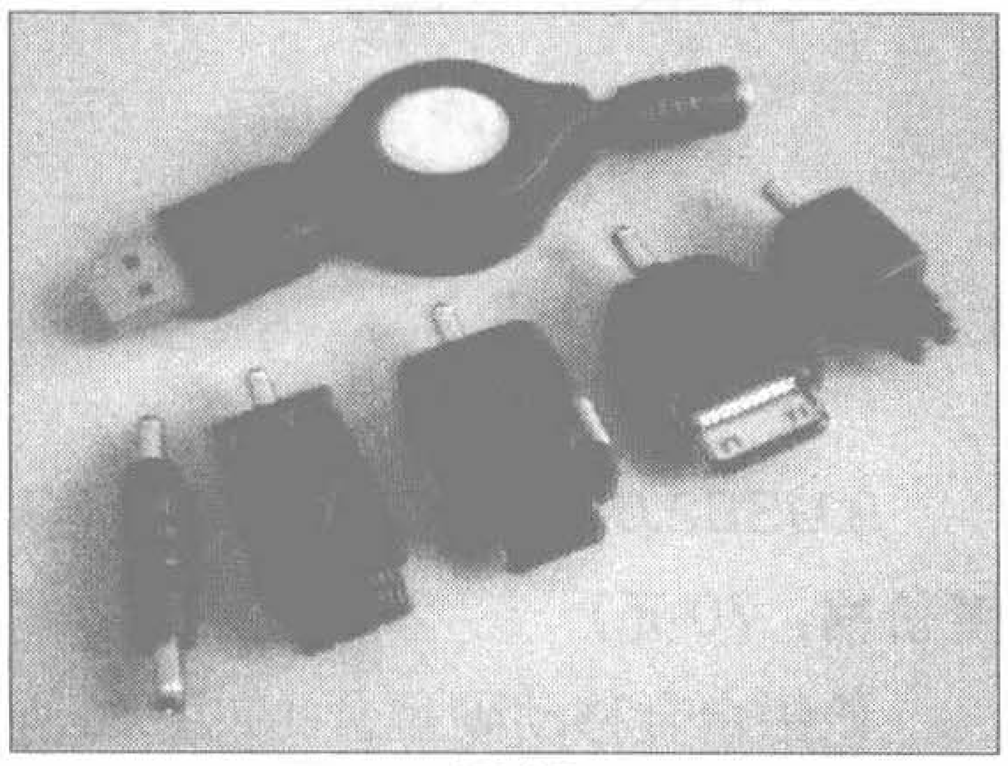


图18

2. USB迷你吸尘器(参考价格:40元)

打开了电脑使用者的键盘后,其键盘上除了厚厚的灰尘外,还有食物碎渣,手指甲等等,好不令人作呕(电脑使用者每次坐在电脑前除了受到电脑的辐射外,还要忍受这些灰尘垃圾滋生的细菌的侵扰),不过现在好了,有了USB吸尘器(如图19所示),它专为清洁电脑而设计的,你不用再为电脑里的灰尘和污垢而束手无策了。你也从此可以享受一个舒心、干净的电脑使用环境了。

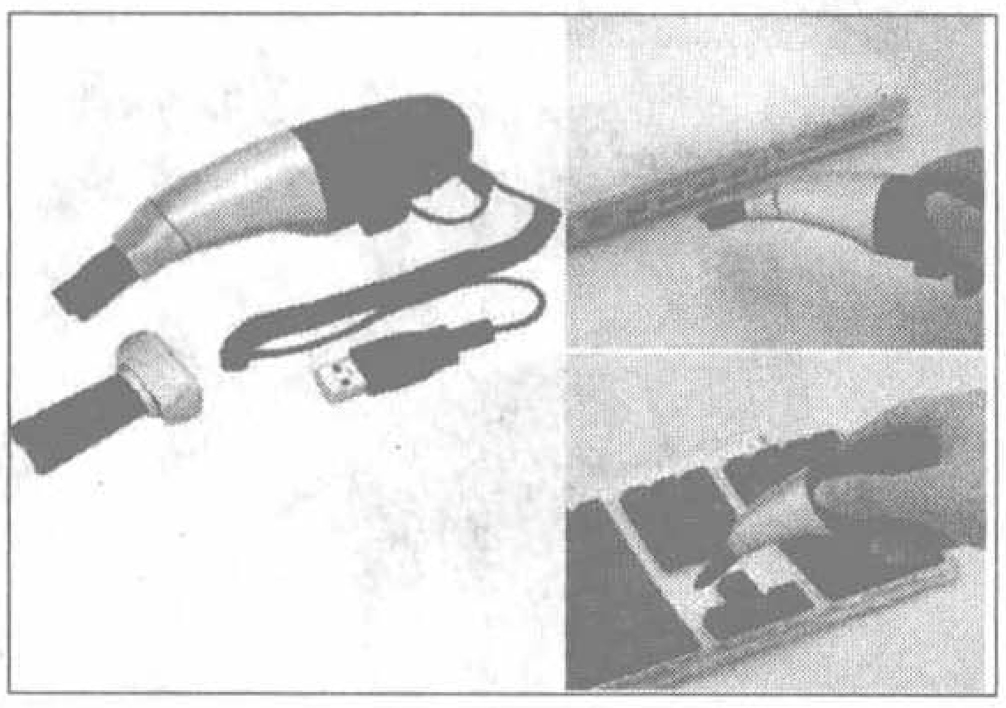


图19

这个小吸尘器可以直接插入USB接口,不需其他电源。可有效清除计算机键盘及接口等不易清理位置的灰尘,尤其适合笔记本电脑,配合附带的小刷子,连最难清理的位置也可以轻松搞定。如果碰见什么顽固的灰尘,还可以调高挡位加大风力。另外,这个小家伙还有个小灯,就算在光线不好的地方,灰尘也无处躲藏。真是贴心又周到,有了这个小家伙,清理笔记本可不用再头疼了。

3. USB迷你风扇(参考价格:30元)

适用于笔记本电脑、台式电脑等,造型可爱精致,附有开关控制,使用软胶扇叶,转动时不伤手,安全精巧、风力适中、使用方便(如图20所示)。

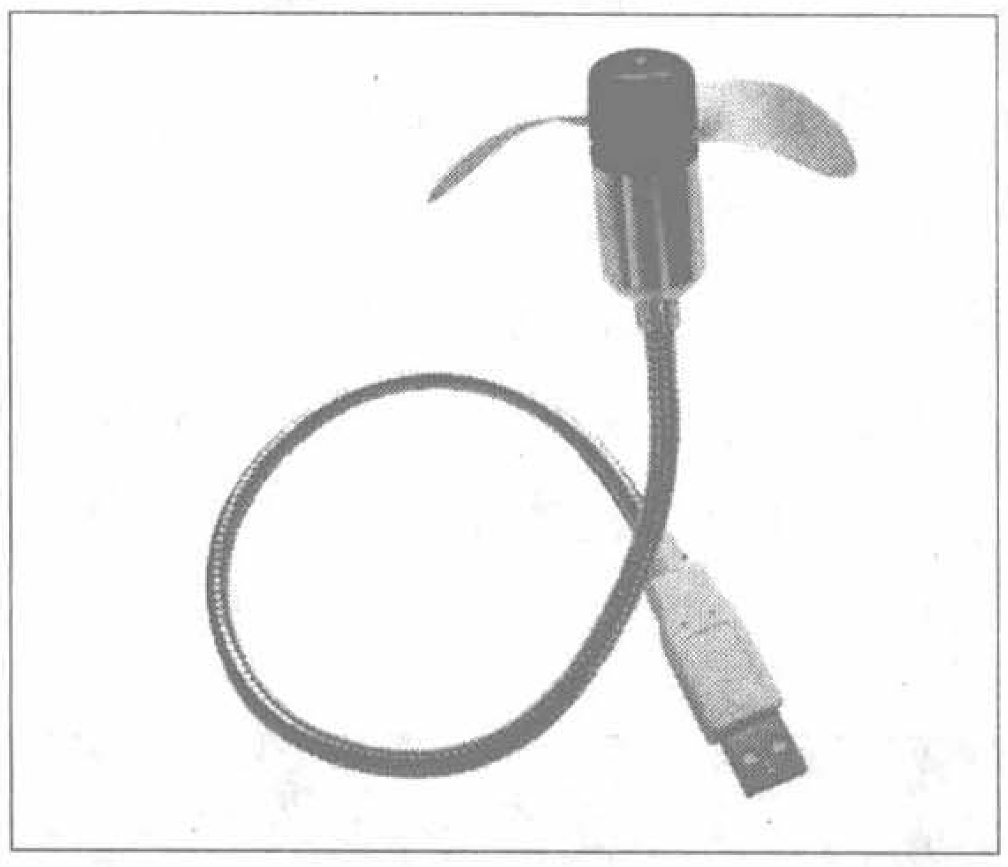


图20

金属波纹管柔韧光滑,带超高亮蓝色发光管,38mmUSB线缆可使USB风扇随意摆放、随意旋转,无需外部电源,直接从USB口取电,电流小于150mA,高品质电机和柔软的风扇叶片,让你的工作环境安静凉爽又安全。

4. USB迷你台灯(参考价格:30元)

适用于笔记本电脑、台式电脑,体积小、重量轻、方便携带,非常容易放进公文包或文件夹,无需外部电源,直接从所插入的USB口取电,电流小于400mA,超级省电,可以柔和照亮键盘而不会影响周围其他人,高亮白色LED可以保证黑暗中视野清晰(如图21所示)。

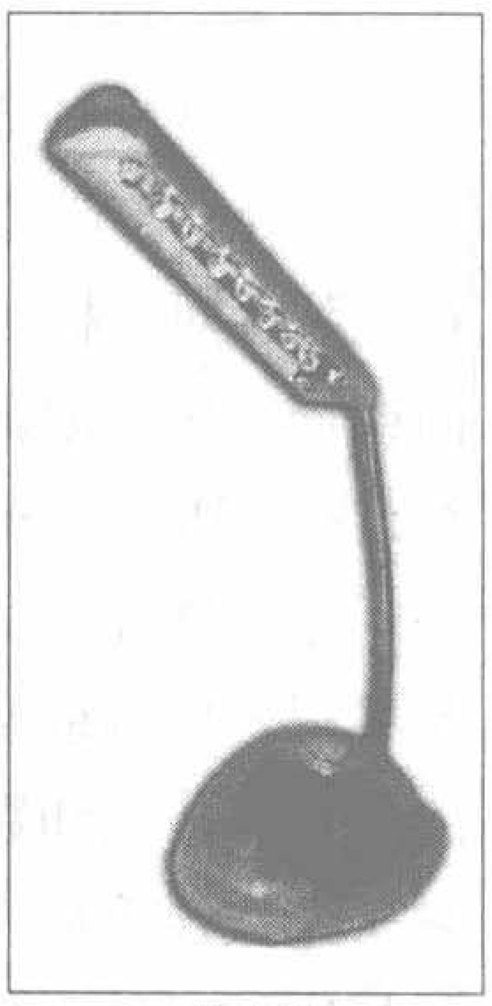


图21

5. USB蓝牙耳机(参考价格:120元)

适用于非蓝牙话机或蓝牙通用转换器的话机。蓝牙通信连接的可靠性高,耳机会不断地进行检测连接,如果连接断开,耳机会发出提示音及可视信号,然后耳机会自动且连续地尝试重新接通,连接时间为3分钟。有语音拨号功能,有自动关闭电源功能,如果话机连接断线超过3分钟,耳机会自动关闭。通话时间可达约4小时,待机时间大约80小时,可控范围可达到10m,音量控制有高/中/低3挡(如图22所示)。有3种颜色的LED多功能指示器:绿色表示完全接通,耳机处于开启状态,红色代表低电,黄色代表未建立蓝牙连接。电池为锂电,可循环充电,充电器内置,适用于任何标准的AC/DC电源转换器。

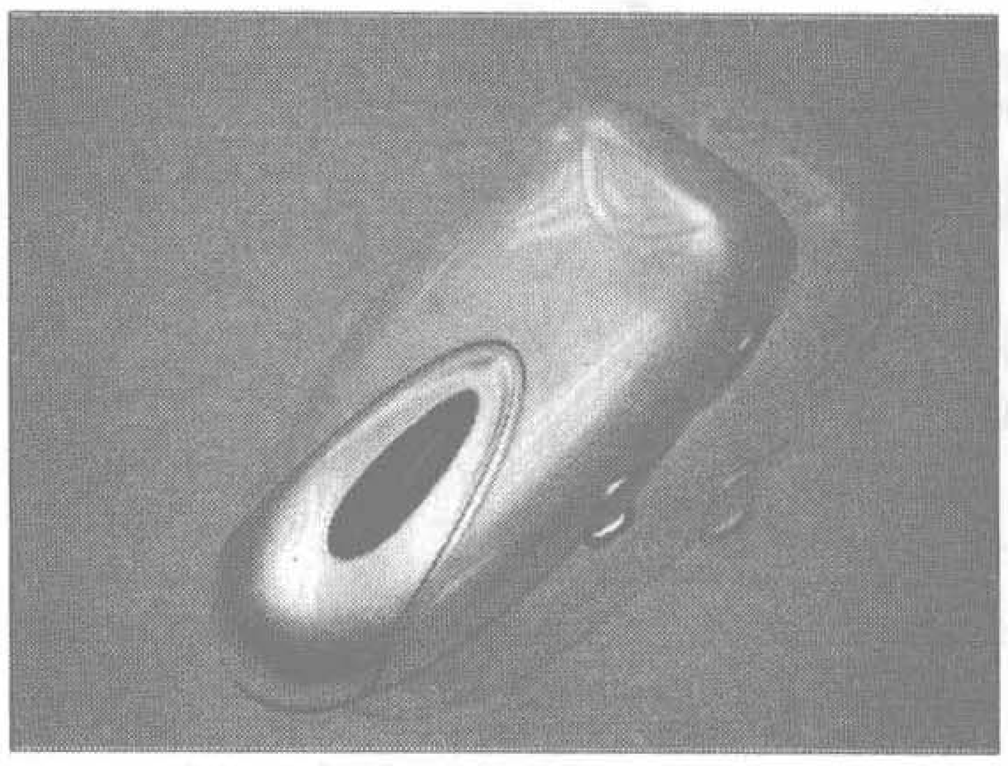


图22

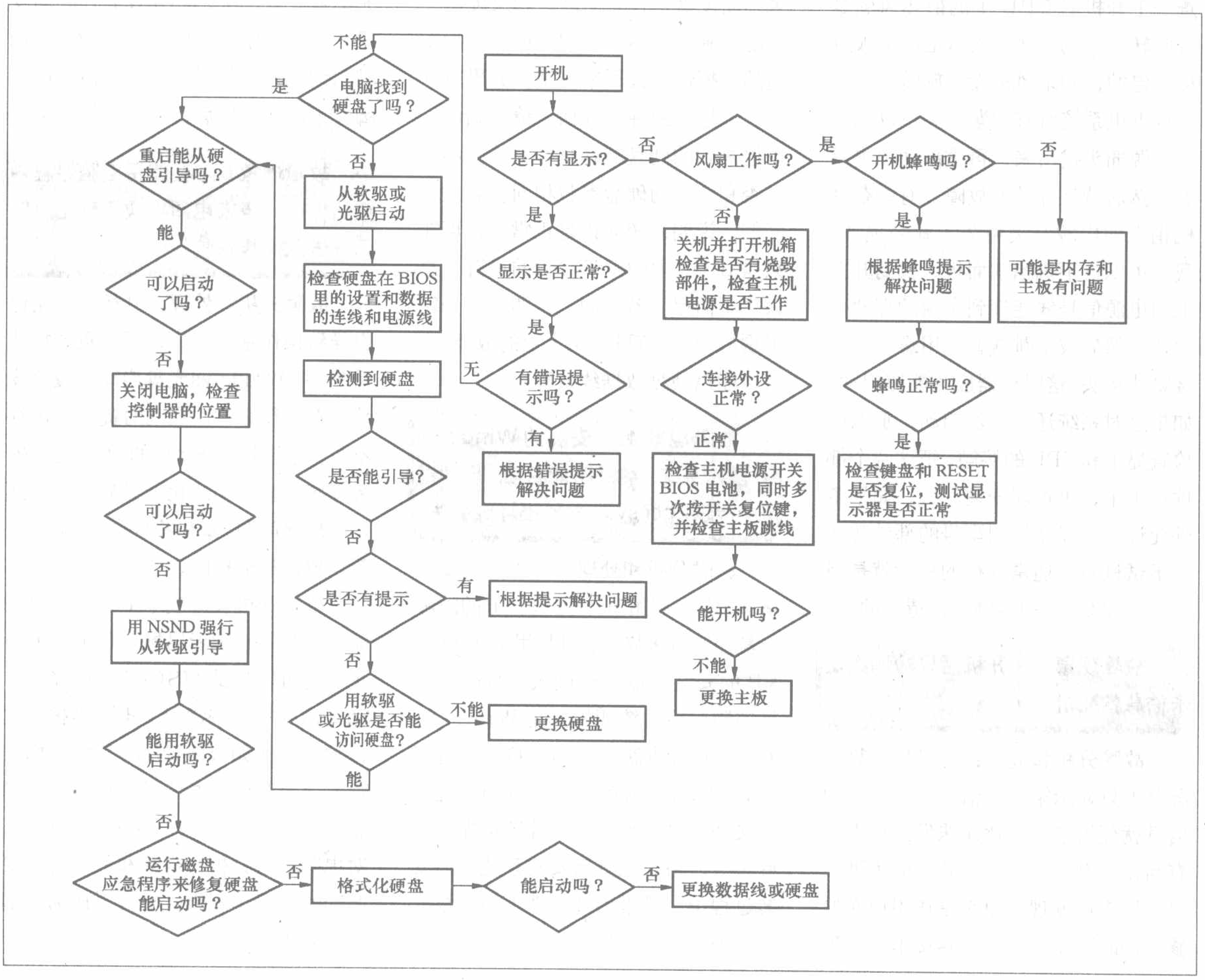
欢迎访问
无线电技术论坛
www.radio.com.cn/bbs/
——无线电爱好者的网上乐园

几例电脑不启动故障分析及解决办法

文/李 玮

我们经常遇到电脑突然不能启动无法开机的故障，此时，您必须要先镇定下来，仔细回忆一下出故障以前我们曾经进行过哪些操作？出故障的表现是什么？以此来判断计算机故障是硬（件）故障还是软（件）故障。例如检查一下市电是否正常？然后检查插线板上所有的插头是否紧固？电源开关有没有接通？如果还不行，那么我们就必须要拆开机箱来看看里面出了什么事了。拆之前注意要将手在自来水管上摸一下，释放掉身上的静电，人体的静电是很厉害的，可以很轻易地击穿电脑主板上的元器件。

开机是指电脑从加电一直到启动好操作系统的整个过程，在这个阶段我们可以观察屏幕上的显示信息，并分析这一阶段电脑死机的原因，有针对性地进行处理。为了给大家一个直观的印象，我画了一个简单的故障分析流程图（见附图），供读者朋友参考。



下面我就一些我们经常碰见的开机故障现象加以分析，希望对大家有些许帮助。

故障现象1：开机后黑屏，机箱内有风扇的转动声

故障分析和处理：这样的故障是CIH病毒发作时的典型表现，不过这样原始的、古老的病毒现在已经没有什么危害了，用杀毒软件清除病毒即可。排除了病毒的因素后，我们要注意一下以下硬件的工作情况：供电系统、CPU、显卡、主板和灰尘、温度因素。供电系统是指计算机电源，这时您可以将光驱的出仓键按一下，如果光驱托盘能弹出来，那么外围电源基本没有问题。现在我们拆开机箱，检查一下开机后CPU上的散热风扇是否旋转？因为CPU风扇是由主板直接供电的，如果风扇没有旋转，那么主板供电系统就有问题，您可以把主板电源插头拔出来，再重新插回去看看。然后就是开关的故障，有些杂牌机箱上的电源开关用久了就会损坏，我们可以拆下机箱前面板，找到开关上的电源信号线连接到主板的那两个跳线，然后拔下跳线帽，用螺丝刀短接跳线接头，这时机器应该能够启动。如果这时系统还是无法启动，那么就检查显卡和CPU的接触，把这两个部件拆下来，再重新安装回去。如果条件允许还可以使用同型号的部件替换一下试试看。通常这样的故障就是因为显卡和CPU的接触不良造成的。

故障现象2：开机后只检测到显卡信息就死机

故障分析和处理：开机后计算机屏幕上只显示第一屏信息——显卡的信息就死机了，用替换法发现显卡没有问题，倒是系统自检芯片的类型不对，检查后发现，原来是该用户在检修机器时不小心把芯片转接卡（一种用来把不同接口的芯片和主板连接起来的设备）上的一个电容的针脚扭断了，重新焊好电容断针脚，计算机恢复正常！

故障现象3：屏幕上出现：Disk Boot Failure,Insert System Disk And Press Enter

故障分析和处理：具体的操作是进入BIOS设置后，选择“IDE HDD Auto Detection”项目，看是否可以检测到硬盘的存在，系统自检过程中全部选择按“Y”，如果还不能找到硬盘，那么就是您的硬盘连接不正确。

若没有检测到硬盘，首先要考虑的就是硬盘了，可以通过听硬盘的运转声音或者把硬盘接到其他的电脑上来判断硬盘是否有问题。如果硬盘有问题，硬盘上高价值的数据可以找专门的数据恢复公司来恢复。如果可以正确地检测到硬盘的话，请先确认一下检测到的硬盘的容量和其他的参数是否和实际的硬盘参数相同。若是相同的，说明系统应该是正常的，可能只是BIOS中的硬盘参数的设置信息丢失了而已。若不同，说明系统一定出现故障了，有可能是主板的故障，也有可能是硬盘数据线故障。

故障现象4：安装的Windows XP操作系统，突然不能启动，启动过程中提示“pci.sys”文件损坏或丢失。

故障分析和处理：先以为是操作系统损坏，利用Windows XP的故障恢复控制台来修复。可是用Windows XP的安装光盘启动进入系统故障恢复控制台后系统死机。用Windows 98系统启动盘进入到DOS，运行GHOST将以前保存在D盘的系统镜像文件恢复。重启后系统还是提示文件丢失。格式化重新安装系统，但安装过程中，频繁出现文件不能正常复制的提示，安装被终止。

后来进入BIOS，将其设置为默认值（此时内存测试方式为完全测试），结果内存测试没有通过，出现报警声。将内存取下发现内存条的金手指有氧化痕迹，用橡皮擦将其擦拭干净，重新插入内存槽中，恢复原来的镜像文件，重新启动，顺利进入Windows XP操作系统。

故障现象5：一台电脑之前使用一切正常，近段时间出现问题，具体现象为有时按下主机电源开关后主机无反应，屏幕无显示信号输出，但有时又正常。

故障分析和处理：首先估计是显卡出现故障。用替换法检查发现显卡无问题，最后检查CPU，仔细观察并无烧毁痕迹，但发现CPU的针脚均发黑、发绿，有氧化的痕迹（CPU的针脚为铜材料，外层镀金），对CPU针脚做了清洁工作后，电脑恢复正常。

故障现象6：在使用电脑过程中突然停电，当来电后再次启动电脑时无法进入操作系统。

故障分析和处理：开始以为是停电导致操作系统损坏，所以重装操作系统。用Windows光盘启动后覆盖安装，在进行第二次启动时提示“内存不足，请退出部分运行的程序”后，安装程序中止。格式化硬盘后重装，还是出现此问题。最后将BIOS清空后重新设置，故障排除。

电脑开机故障成千上万，我只是简单举几例给读者以抛砖引玉，另外我们还可以借助MSCONFIG命令、SFC命令和一些常用的电脑维护、优化软件，比如《WINDOWS优化大师》、《超级兔子魔法设置》、《金山毒霸》、《VOPT ME》、《GHOST》等，对电脑进行分析、检测和修复。只要我们平时善于积累，也可以成为电脑维护高手。

跟我做AVR单片机实验

用单片机做数字电压表头

文 / 吴汉清

数字万用表是由数字电压表头和转换电路组成的，本文的实验主要介绍怎样用ATmega8和LCD1602液晶显示模块组成数字电压表头，通过实验和学习使大家掌握ATmega8的ADC与LCD1602液晶显示模块的功能和使用方法。

一、ATmega8模数转换（ADC）功能介绍

ATmega8提供6路逐次逼近型的ADC，其中ADC0～ADC3四个通道提供10位的转换精度，ADC4、ADC5两个通道只提供8位的转换精度。

进行AD转换时要有一个参考电压，参考电源可采用芯片内部的2.56V参考电压，或者采用AVCC，也可采用由引脚ARFE接入的外部参考电压。本例使用内部参考电压，并在引脚ARFE上接电容C1以提高ADC的抗噪性能。

与ADC相关的寄存器主要有以下三种：

1.多工选择寄存器ADMUX

ADMUX中各位的定义见表1，其中REFS1、REFS0作ADC参考电源电压的选择控制，其取值和参考电压的对应关系见表2。

表1

位	7	6	5	4	3~0
ADMUX	REFS1	REFS0	ADLAR	–	MUX3~0

表2

REFS1	REFS0	ADC参考电源电压
0	0	外部引脚AREF，断开内部参考源连接
0	1	AVCC，AREF外部接滤波电容
1	0	保留
1	1	内部2.56V，AREF外部接滤波电容

ADLAR为AD转换结果对齐方式选择。

MUX3～0为模拟通道选择，所取二进制数的值即为通道的号，比如取0011时表示选择ADC3通道，余下以此类推。

2.控制和状态寄存器ADCSRA

ADCSRA中各位的定义见表3。ADEN为ADC使能，写入“1”使能ADC，写入“0”关闭ADC。ADSC为ADC开始转换控制位。ADFR为连续模式选择，当该位被置“1”时，ADC工作在连续转换模式下，清零该位将中止连续转换模式。ADIF为中断标志位，ADIE为中断允许位。

表3

位	7	6	5	4	3	2~0
ADCSRA	ADEN	ADSC	ADFR	ADIF	ADIE	ADPS2~0

ADPS2～0为ADC预分频选择，这些位决定了XTAL时钟与输入到ADC的ADC时钟之间的分频数，见表4。

表4

ADPS2~0	000	001	010	011	100	101	110	111
分频率	2	2	4	8	16	32	64	128

3.数据寄存位ADCL和ADCH

当ADC转换完成时，可以在这两个寄存器读取转换的结果，这两个寄存器合起来为16位，转换结果只使用了其中的10位，当ADLAR=0，为右对齐，低8位使用ADCL，高2位使用ADCH的低2位；当ADLAR=1，为左对齐，高8位使用ADCH，低2位使用ADCL的高2位。

二、LCD1602液晶显示模块

LCD1602液晶显示模块能显示的内容为16字符×2行，即最多显示32个字符。

1.引脚功能

LCD1602的引脚功能见表5。

表5

引脚号	符号	名称	功能
1	VSS	接地	0V
2	VDD	电路电源	5V ± 10%
3	VL	液晶驱动电压	调节对比度
4	RS	寄存器选择信号	H：数据寄存器 L：指令寄存器
5	R/W	读 / 写信号	H：读　L：写
6	E	片选信号	下降沿触发
7~14	D0~D7	数据线	传输数据
15	BLA	背景光源正	
16	BLK	背景光源负	

2.寄存器选择功能

寄存器选择功能见表6。

表6

RS	R/W	操　作
0	0	指令寄存器（IR）写入
0	1	忙标志和地址计数器读出
1	0	数据寄存器（DR）写入
1	1	数据寄存器读出

3.指令功能

指令格式：RS R/W D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0

例如要在LCD1602的数据寄存器写入数据0x41的指令为：1001000001，把这个二进制数送到LCD1602的4～14脚，就会在LCD1602的显示屏显示字符A，当然在这之前要先写入显示的地址。

指令共有11种类型，有关常用指令的使用方法可参阅配套程序和相关的说明，也可以参阅《无线电》杂志

以前刊登的文章。

4.标准字符库

有的读者可能会问：上面我们把数据0x41写入到LCD1602的数据寄存器，怎么显示出来的不是16进制的数字41而是A呢？原来是LCD1602给每个要显示的字符都定义了一个字符码，字符A的字符码就是0x41。LCD1602模块内有一个标准字符库，只要输入字符码就可以显示出对应的字符，常用字符的字符码就使用其在ASCII码表中对应的字符码。在编写程序的过程中，如果使用汇编语言，我们必须给出字符的ASCII码；如果使用ICC AVR C语言，可以给出字符的ASCII码，也可以只给出要显示的字符，字符码由ICC AVR编译器自动生成，本文的配套程序采用的就是后一种方法。

三、数字电压表头实验

1. 实验电路

利用单片机ATmega8与LCD1602设计一个数字电压表，能够测量0～2.5V的直流电压值，四位数码显示。

实验板上与数字电压表头有关的电路部分见图1，模拟电压通过J2输入到ATmega8的PC3脚，转换结果数据通过PB0～PB7输出到LCD1602显示，PC0～PC2是LCD1602的控制线。

2. 程序设计

程序由主函数、初始化函数、AD转换函数、计数值处理函数、LCD显示函数和延时函数等部分组成。具体的工作过程是这样的：从J2输入的直流电压经ADC转换后由计数值处理函数把16进制的数转换成10进制的BCD码，再通过查表的方式得到对应数字的ASCII码，最后通过LCD1602进行显示。

ADC转换结束后，在ADC数据寄存器中可以取得转换结果，其转换结果可表示为：$ADC=(V_{IN}\times 1024)/V_{REF}$，其中$V_{IN}$表示输入电压，$V_{REF}$表示选定的参考电源电压。由公式可知：当输入电压和参考电源电压相等时结果为1024，但由于ADC数据寄存器为10位二进制寄存器，能表示的最大值为1023，因此实际转换的结果为1023，即使输入电压大于参考电源电压，其结果仍然为1023，故输入电压必须不大于参考电源电压，否则得不到正确的转换结果。

在本文的实例中选择内部2.56V作为参考电源电压，最大输入电压可达2.56V，因此这里输入电压确定为0～2.5V，当输入电压为2.5V时，AD转换的结果正好为1000，为了在LCD1602上显示2500（单位为mV），必须将结果乘以2.5送LCD1602显示。

为了能通过查表得到待显示数字的ASCII码，定义了一个字符数组Table[]，并用字符串给这个数组赋值：Table[]=“0123456789”，例如LCD1602要显示数字0，只要读取Table[0]的值就可以获得0所对应的ASCII码0x30，即Table[0]=0x30而不是Table[0]=0，相应地Table[1]=0x31、Table[2]=0x32等等。上面由字符获得其ASCII码的翻译工作是ICC AVR在编译时自动完成的。

3. 电压测量

按图2的电路将可变电阻器RP输出的电压送到J2接口，图2中的5V电源就使用实验板上的电源。打开实验板的电源，调节RP我们就可发现LCD1602上显示数字跟着变化。

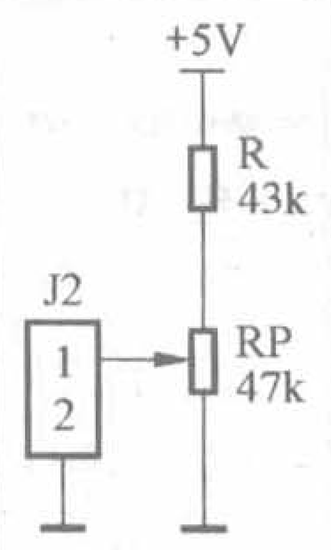


图2

对于不大于2.5V的电压可以直接输入到J2测量其电压值，如果电压超过这一范围，就要改变数字电压表头的量程，比如把量程改为10V，这时只要做两件事情：一是按图3做一个转换电路，使其输入电压在0～10V变化时输出电压在0～2.5V变化，以满足ADC转换的要求；二是将程序中的语句“i=i*5/2;”改为“i=i*10;”，这时LCD1602的显示范围为0～9999。因为这里只显示4位，当电压为10V时最高位的1不能显示，显示数为0000，因此当量程大于10V时要修改源程序使得LCD1602显示5位数字，只有这样才能满足测量的要求。

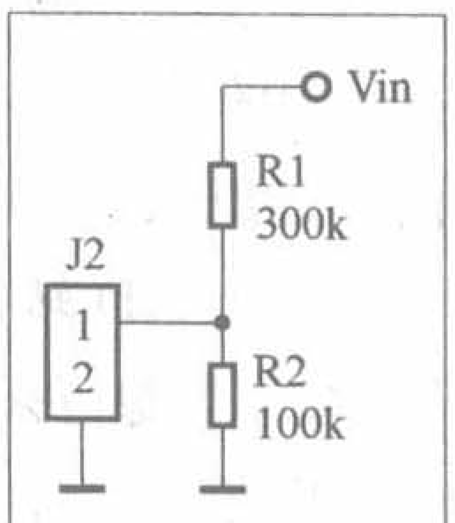


图3

本文的配套源程序见本期配刊光盘。

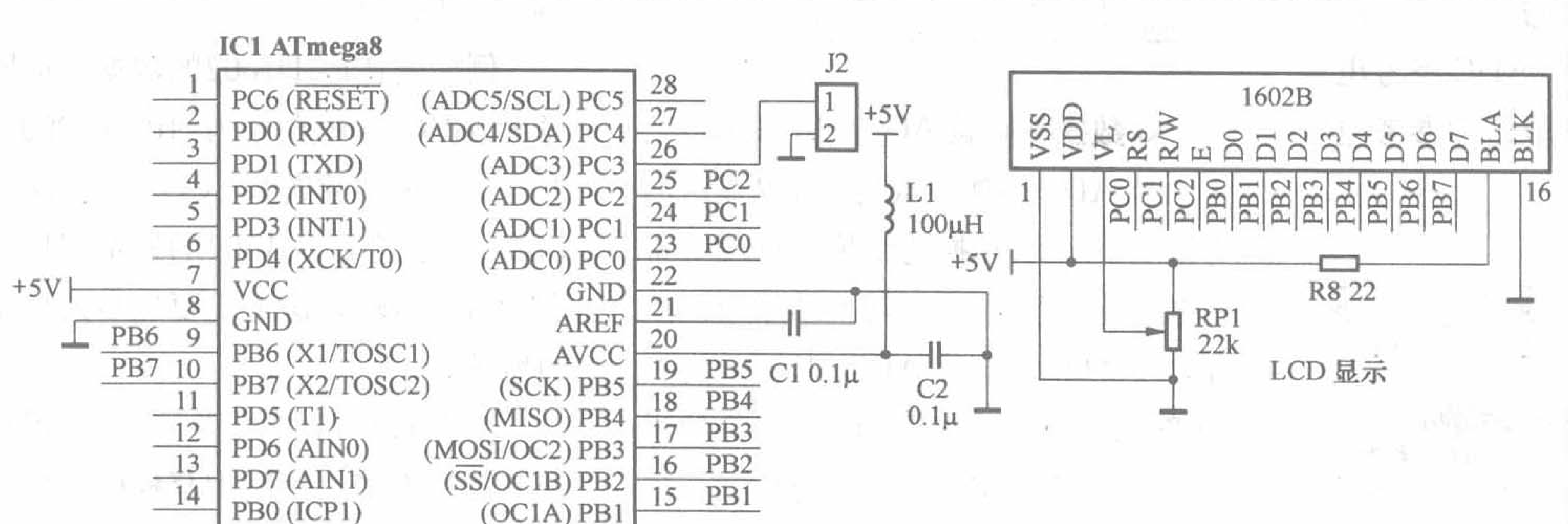


图1

用 AT89C51 单片机制作 简易电话智能遥控器

文 / 林元新

利用电话进行遥控不需进行专门的布线，不占用无线电频率资源，同时，由于电话线路各地联网，因此遥控距离可跨省市，甚至跨越国家，是实现远距离控制的比较经济且易实现的方法。本制作电路简洁、可靠性高，它能很好完成基本的控制功能，通过软件更新、扩展功能。所采用元器件通用易得，制作成本低，一般不超过50元，特别适合业余制作使用。

系统组成与功能

电话智能遥控器以单片机AT89C2051和双音多频解码集成电路HM9270为核心，辅以外围电路，经单片机协调动作，通过电话线路可以对被遥控对象的状态进行控制。由于采用单片机和专用解码芯片，外围电路简单、可靠。系统框图见图1。其振铃检测、模拟摘挂机、双音频解码、语音提示、电源及输出是实现电话智能遥控的完整电路。以此为基础可扩展状态查询、再线修改密码、异常报警等实用功能。

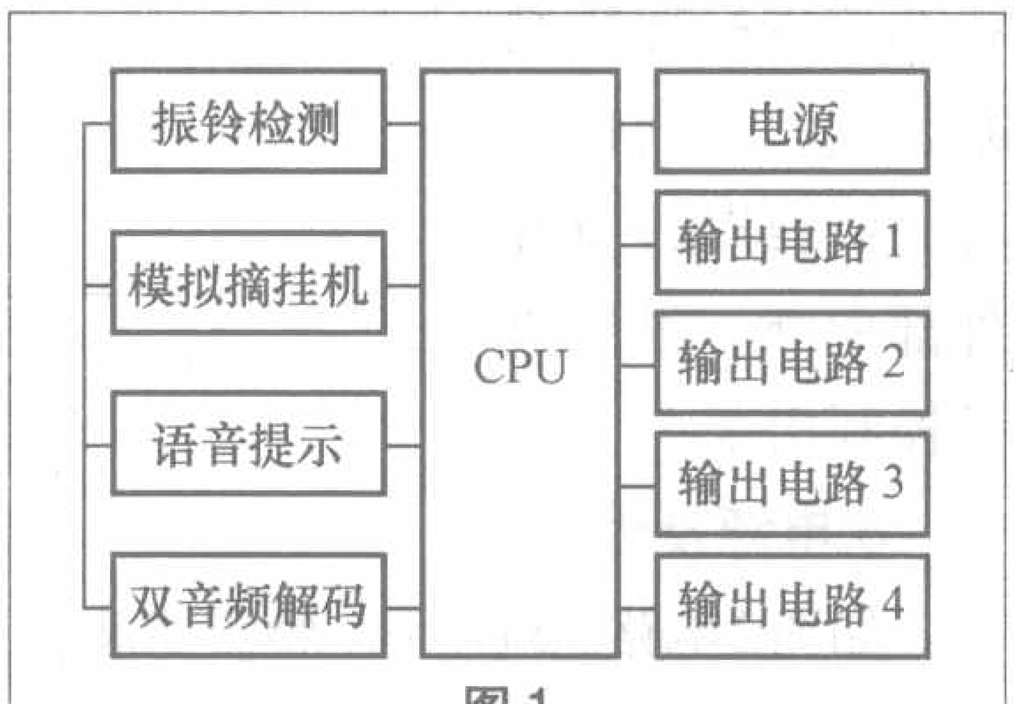


图 1

系统工作原理与分析

为了方便介绍，将系统分为5个主要模块，如电路原理图2所示。并从模块的软、硬件功能入手分析工作原理。

1.振铃检测

电话线待机电压为48V左右，振铃为25 ± 3Hz的正弦波，电压有效值90 ± 15V，通话时电压为6V左右。

根据振铃信号电压比较高的特点，先使用电阻R6、R7串联进行分压，经过发光二极管VD7进行阀值检测、三极管VT3放大。信号就可以直接输出至单片机的外部计数器T0输入口，振铃每周期发送1秒，频率为25Hz，即

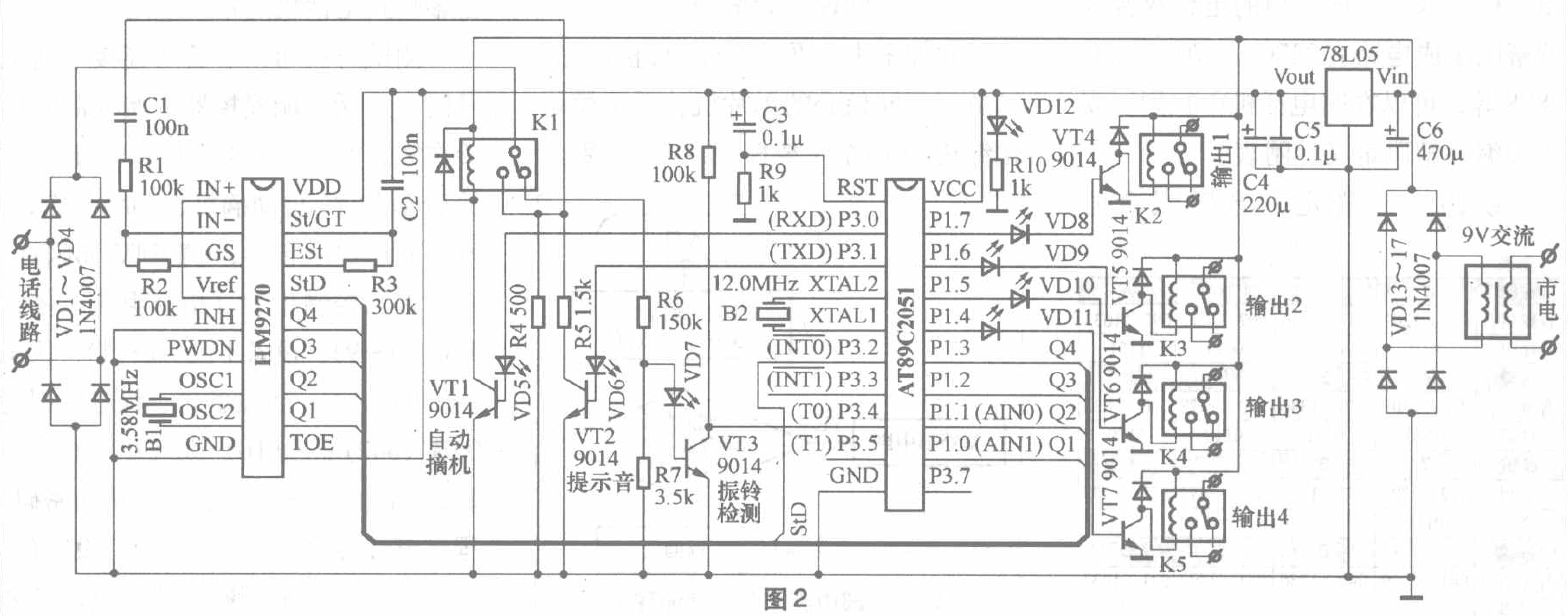


图 2

每响一声外部计数脉冲约为25个。程序读取TL0寄存器值完成振铃音检测。

2.模拟摘挂机

电话机摘机状态的直流电阻应≤300Ω，在挂机状态下，其漏电流≤5μA。程控电话交换机对电话摘机的响应是电话线回路电流突然变大为约30mA，交换机检测到回路电流变大就认为电话机已经摘机。

程序判断振铃音达到设定值后，控制继电器K1，将模拟负载500Ω的电阻R4接入电话线两端，完成摘机动作，线路进入通话状态，并能传递按键音。打开外部中断接收按键指令。当线路在预定时间内没有按键音，断开继电器并关闭外部中断，完成挂机动作。

3.语音提示

为了进行互动操作，定义了简洁的信号音提示，其含义：

(1) 响1声，频率约为500Hz：请重新输入控制指令。

(2) 响2声，频率约为500Hz：确认完成一次操作。

信号音由定时器T1产生中断，从单片机89C2051的P3.0口输出时通时断的方波，经三极管VT2的放大后，通过电阻直接耦合到线路上。

4.双音频解码

使用集成电路不但外围电路简单，而且可靠性强。解码输出可以直接被单片机读取。一般常用的电话双音频编解码集成电路有9270、8870、8880、8888等，可以在旧电话机中找到。双音频编、解码定义见附表。

线路中有规定的音频组合时HM9270的StD端保持高电平，StD端低电平时，其Q1～Q4端输出相对应的8421码。在外部中断EX0服务程序中读取4位有效数据，并存放在RAM中，中断规定次数（预定的控制指令长度）后关闭外部中断，并对接收的数据与预定的密码、设备、状态位进行比较判断，发出不同信号音。执行结果，打开外部中断，继续接受控制指令。

附表

按键	1	2	3	A
音频组合	697、1209	697、1336	697、1477	697、1633
译码	0001	0010	0011	1101
按键	4	5	6	B
音频组合	770、1209	770、1336	770、1477	770、1633
译码	0100	0101	0110	1110
按键	7	8	9	C
音频组合	852、1209	852、1336	852、1477	852、1633
译码	0111	1000	1001	1111
按键	*	0	#	D
音频组合	941、1209	941、1336	941、1477	941、1633
译码	1010	1011	1100	0000

5.电源及输出

如图2电路原理所示，整流滤波后的9V直流提供继电器工作电压，经集成三端稳压芯片78L05后，得到5V稳定直流电源，提供单片机和解码芯片工作电压。单片机AT89C2051的P1.4～P1.7端口输出控制电压，由三极管VT4～VT7放大后驱动继电器K2–5，接通电气设备电源，实现远程控制。电路中用到8只发光二极管VD5～VD12，起到限流、状态指示作用，也便于测试和监控。

软件设计说明

软件采用C语言编程，移植性好，可适应不同核心的单片机。采用模块化结构，由4个主要模块组成，分别是主程序、外部中断EX0服务程序、定时器T1服务程序、信号音发生子程序。主程序是个死限循环，调用信号音发生子程序，共享全局变量，维持单片机的正常运行，流程图如图3所示。外部中断EX0服务程序完成有效数据的读取，流程图如图4所示。具体编程可参考本制作C语言源程序，见本期配刊光盘。

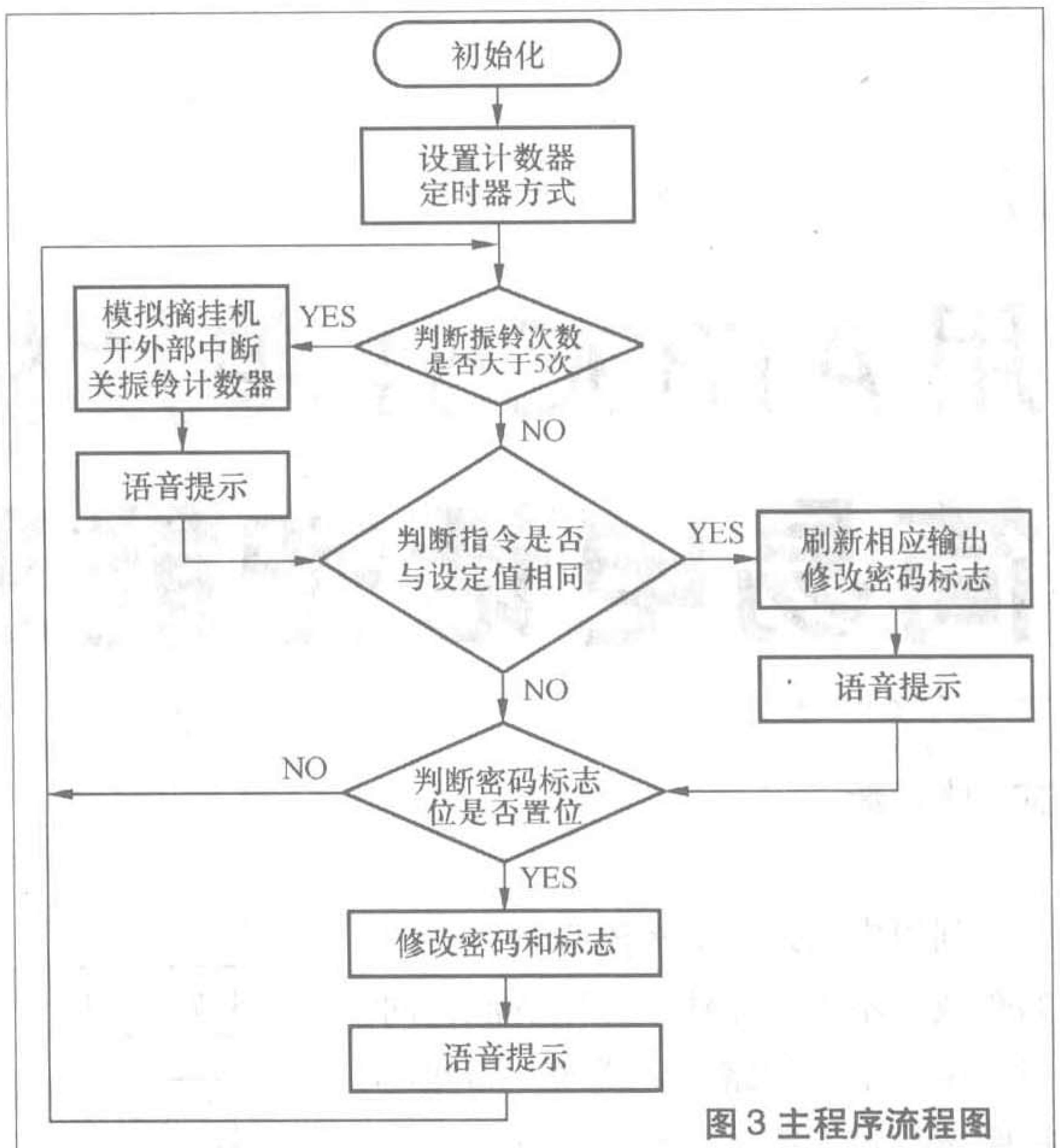


图3 主程序流程图

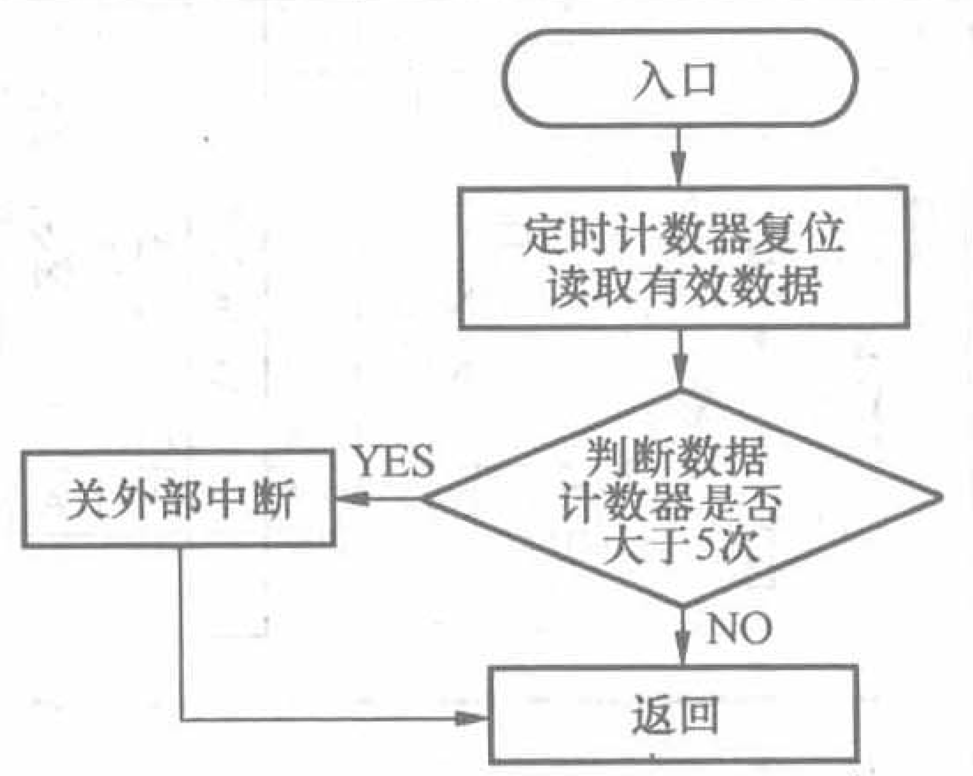


图4 外部中断服务程序流程图

系统测试与验证

本电话智能遥控器采用发光二极管显示输出设备工作状态，便于功能测试。将其并联于电话机的两端，不会影响到电话机的正常使用。

测试时拨通该装置所连接电话机号码，电话智能遥控器开始检测到振铃次数，可看到VD7闪烁。如五次响铃后无人接，自动摘机，此时VD5亮，发出两声提示音后，可看到VD6闪烁。即可输入控制指令（指令组成：密码3位（0～9）、设备1位（1～4）、状态1位（0～1）），当设备位、状态位都为0键（8421码为10）进入在线修改密码，其后输入三位键值成为新的密码。程序判断控制指令的密码位、设备位、状态位，如正确则刷新相应输出后发

AT89C 系列单片机升级产品——AT89S 系列单片机简介

文 / 邢矫健

Atmel公司生产的AT89C51单片机因为内置了Flash存储器及其他性能的改进加上低廉的价格，曾一度成为国内MCS-51单片机的代名词。现在，AT89C51已经停产，因为Atmel公司准备用AT89S51全面代替它。AT89S51是AT89C51的升级产品，性能上较AT89C51有很大提升，在价格上却与AT89C51差不多，甚至更低。

AT89S51显著的特点是加入了在系统编程（ISP）功能，不再依靠专用的编程工具，改写单片机存储器内的程序再也不需要把芯片从电路板上拆下。

AT89S系列现有AT89S51/52/53/8252等成员，其不同点在于内置Flash存储器及RAM容量不一样，本文将在介绍它们共同特性后再讲述各型号的差异。下面就以AT89S51为例，讲述这一系列单片机的特色。

AT89S51从引脚到内部结构都完

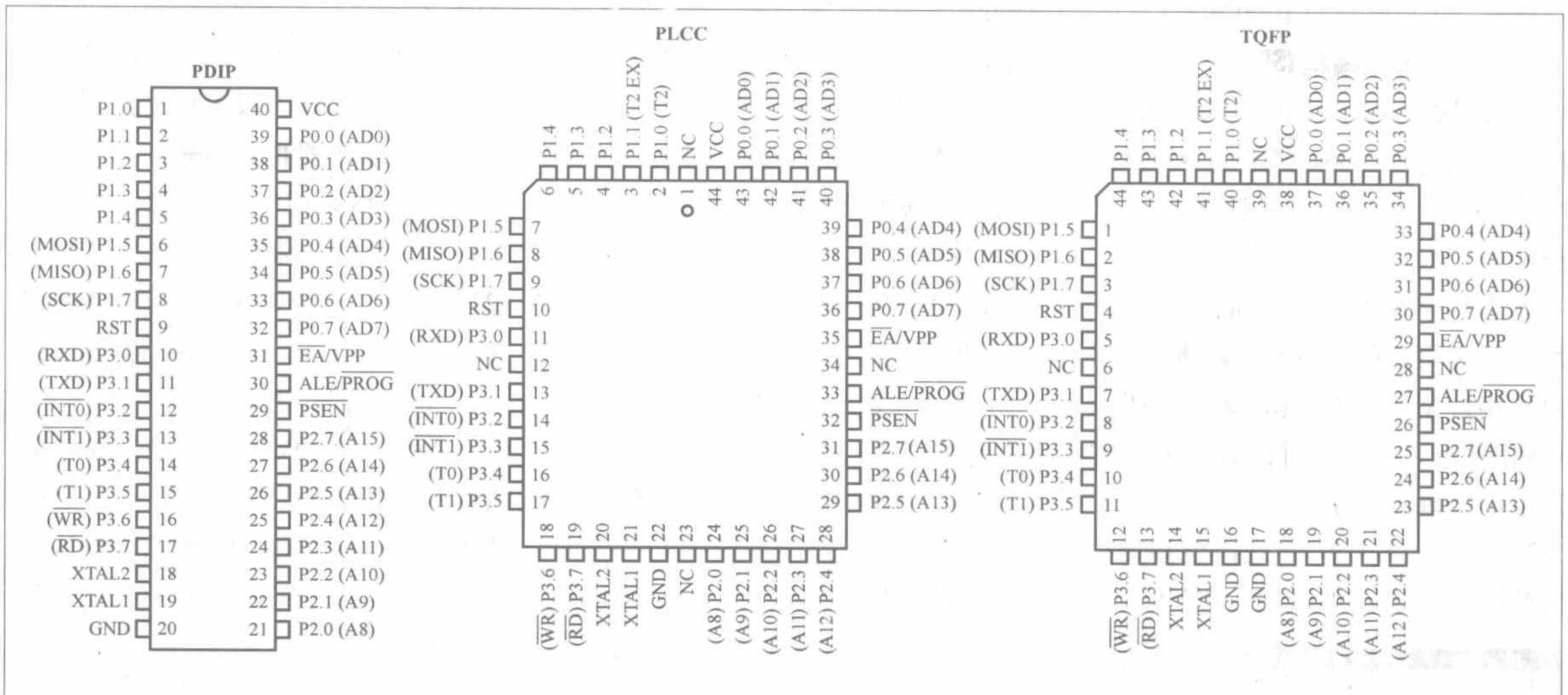


图1

出两声提示音，否则发出一声提示音。之后在规定时间内可以重新输入，否则自动挂机。此样机经测试，用手机、固定电话均能可靠控制各条输出回路，使用方便可靠。

注意事项

本系统采用外接电源并经变压器隔离，线路接入电阻不小于400Ω，不会额外增加通信线路的用电负荷，也不会影响用电安全。并通过软件实时监控线路的活动状态，空闲超时10秒后，系统与通信线路彻底断开而进入无功耗的待机状态，避免了长期在线，不会影响通信系统的正常工作。因此从技术上看远程控制的操作过程与正常通信没有差别，不会对通信线路产生不利影响。但提醒读者在制作、使用类似产品时应严格遵守电信服务协议，对可能产生不利影响的行为应坚决杜绝，否则造成通信线路损坏、甚至网络瘫痪的责任应由使用者承担。

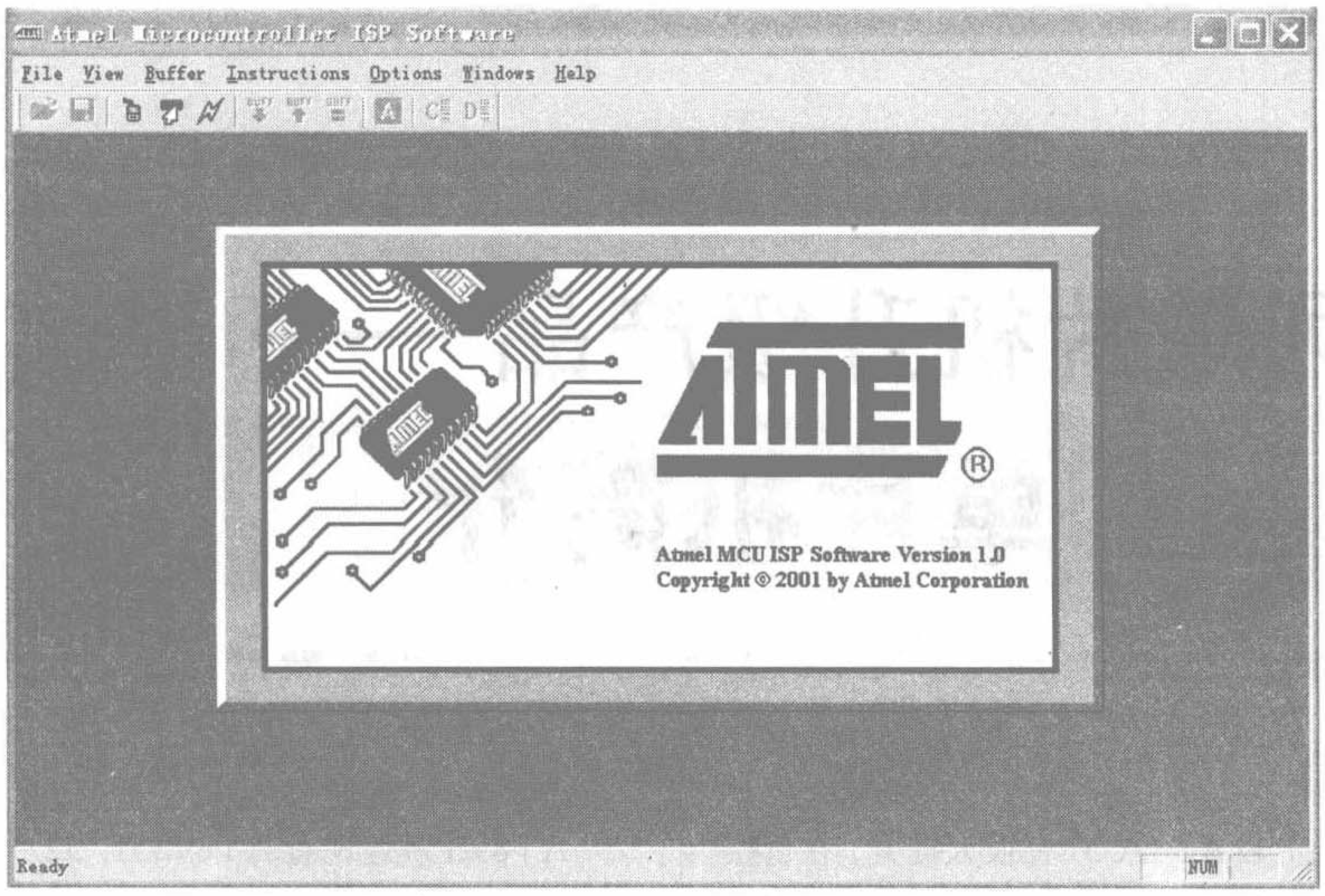


图2

全兼容标准的8051芯片，有40脚PDIP、44脚PLCC、44脚TQFP三种封装形式，见图1。工作电压4.0V~5.5V，最高可使用33MHz的晶振，128字节片内RAM，内置4K字节Flash存储器（可反复擦写1000次）。

一、在系统编程ISP

从引脚上可以看出其P1.5、P1.6、P1.7比标准的8051都多出一样复用功能，这三个引脚就是用来实现在系统编程（ISP）的SPI接口。

当芯片的RST引脚置高电平时，所有程序和数据存储器可以通过SPI总线接口MOSI（数据输入），MISO（数据输出），SCK(时钟输入)对内置Flash存储器进行编程。编程时应在XTAL1与XTAL2之间连接一个3MHz~24MHz的晶振，在VCC与GND之前加上电源电压。

通常，AT89S51通过并口下载线与PC并口（打印口）连接，然后使用Atmel 公司的AT89ISP软件（下载网址：http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/At89isp.zip）即可实现编程、校验、加密等操作（见图2）。

当然，现在可以实现对AT89S51进行ISP编程的软件已有许多，下面给大家推荐http://www.cvig.org/~kung/AT89S_ISP.zip，如图3所示，它的界面更简洁，可以一目了然。

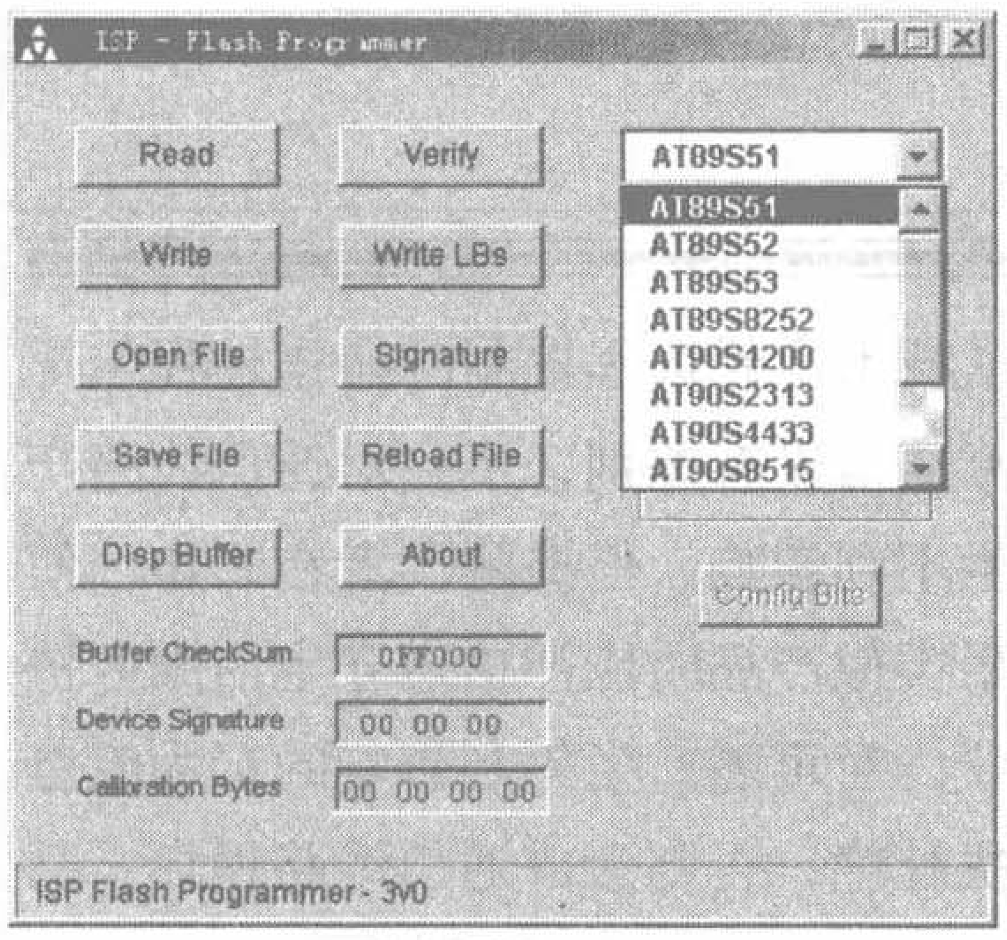


图3

并口下载线可以购买成品，也可以从网上查找资料进行自制。

二、片内看门狗定时器WDT

AT89S51芯片内置了一个14位的硬件看门狗定时器WDT，从而可以省却外接专用看门狗硬件。一旦WDT启动，没有任何办法使其停止计数，只有硬件复位或WDT的溢出方可停止WDT计数，可以有效防止程序跑飞和陷入死循环。当然，在不启动内置看门狗的情况下，AT89S51完全可以和普通8051单片机一样使用。

三、双DPTR数据指针

标准的8051只有一个16位的DPTR数据指针，这样在进行数据块复制等动作时，必须对源地址指针和目标地址指针进行暂存，编程会非常麻烦。AT89S51内有两个DPTR数据指针DPTR0/DPTR1，可以通过设置DPS位（AUXR1.0）方便地选择，DPS置0则选中DPTR0，置1则选中DPTR1。通过执行INC AUXR1指令，能对DPS快速切换，并不影响AUXR1的高位。用法上与PHILIPS单片机完全一致。

四、改进了的电源管理

AT89S51除了具有8051所具备的低功耗的空闲模式（设IDL = 1）和掉电模式（设PD = 1），还增加了掉电状态下的中断恢复模式和上电复位标志POF（PCON.4）。电源打开时POF自动置“1”，可由软件设置为睡眠状态，并不为复位所影响。

五、更强的程序保密性

全新的3级加密算法，这使得对于89S系列单片机的解密变为不可能，程序的保密性大大加强，这样就可以有效地保护知识产权不被侵犯。

六、其他类似的型号

AT89S系列中的89S52、89S53、89S55是与8052兼容的，片内RAM为256字节，还比89S51多了定时器2（Timer2），片内Flash存储器容量分别为8K、12K和20K字节。

89S8252/89S8253也是与8052兼容的，片内除了含8K/12K字节的Flash程序存储器（可擦写1000次），还有2K字节的数据存储器（可擦写超过100000次）。

另外，相应的AT89LS系列是AT89S系列低电压系列，AT89LS51的电源电压为2.7V~4.0V，工作频率为0~16MHz。

七、性价比

目前，AT89S51/52/55报价分别为5.2/6.5/10.5元，有较高的性价比，可以根据应用需要选择使用适合的型号。

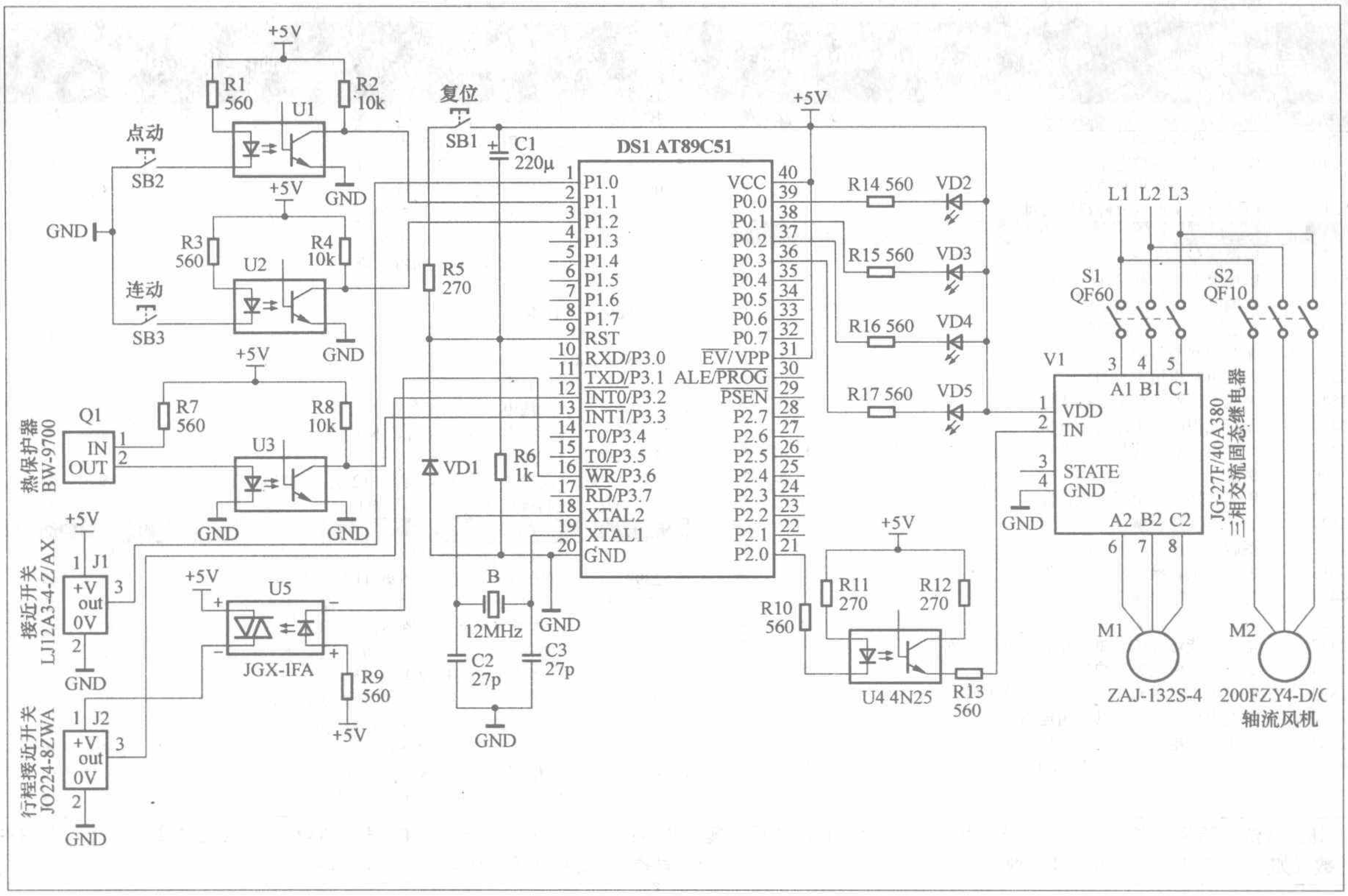
用AT89C51单片机控制剪板机

文/黄建华

笔者所在公司使用的精密剪板机是采用交流接触器、中间继电器、行程开关及脚踏开关等电器来控制剪板机剪切。在生产使用过程中由于剪切频率高（1分钟约30刀），剪板机长期在这种频繁的工作状态下运行，难免经常会出现故障，影响生产效率，加重了维修工作量。

故障主要表现如下几方面：行程开关、脚踏开关、交流接触器及中间继电器等。

针对上述的问题，采用单片机AT89C51作为控制的核心，用三相交流固态继电器JG-27F/40A380取代交流接触器为电机供电。三相交流固态继电器的特点：光电隔离，单硅反并联输出，具有缺相保护功能，特别适用于频繁起动的工作方式。有关详细的资料可以查阅相关网站，http://www.keytone.com.cn。将限位的行程开关和脚踏开关内的触点开关改为接近开关。接近开关没有任何机械性能，具有寿命长、响应速度快等优点。同时在电机绕组内安装热保护器BW-9700，有关详细的资料可以查阅相关网站，http://www.dg-hengxin.com。它作用于电机绕组内



温升达到设置的温度值时，热保护器动作，起到保护电机免被烧坏的危险。

电路工作原理

如附图所示，单片机的18、19脚外接晶振。9脚，C1、SB1、R5、VD1、R6组成上电和手动复位电路。

1脚为单动输入端，安装在脚踏内的小型接近开关J1（LJ12A3-4-Z/AX，工作电压5V～30V，NPN输出。），当每踩踏一次，金属片遮挡接近开关，低电平信号直接加到1脚，这时21脚输出低电平使光电耦合器U4导通，高电平加到三相固态继电器V1（JG-27F/40A380）的输入IN端，固态继电器导通，交流制动电机(ZAJ-132S-4)得电运行，连接39脚的单动状态发光二极管VD2亮。循环一周，行程接近开关J2（JO224-8ZWA，工作电压5V～30V，NPN输出。）被金属物遮挡，低电平信号通过12脚输入。于是21脚输出高电平，光电耦合器U4截止，三相固态继电器V1也截止，电机失电停止运行，VD2同时熄灭。

2脚为点动输入端，当按住点动按钮SB2电机运行，松开SB2电机立刻停止运转，连接38脚点动状态发光二极管VD3根据SB2的状态亮、熄。

3脚为连动输入端，按一下连动按钮SB3电机运行，当接近开关J2被金属物遮挡电机停一秒，然后反复循环。连接37脚的连动状态发光二极管VD4亮，如果想要电机停止运行只需再次按SB3即可。热保护器Q1（BW-9700，为常开型，温度设置为80℃），当温升达到所设置的温度值，热保护器Q1闭合，光电耦合器U3导通，低电平信号加到13脚，这时单片机立即响应中断，封锁所有输出。同时连接36脚的状态发光二极管VD5闪烁。

调试应用

合上电源，按点动按钮SB2，这时交流制动电机通过传动机构带动凸轮旋转，一步一步地将剪刃调整到上死点位置即可。然后松开凸轮的固定螺丝将凸轮的最高面调整到接近开关动作的有效距离，这时安装在接近开关尾端的状态指示灯亮，再将其固定好。再次按点动按钮SB2使凸轮离开接近开关。踩一下脚踏开关，交流制动电机旋转带动传动机构使剪刃从上往下剪，再往上抬。这时凸轮刚好旋转一周，接近开关被遮挡动作，电机停。虽然交流制动电机带有制动功能，但克服不了所有的惯性力，致使接近开关始终不在遮挡的状态。假若剪刃并不在上死点位置可再调整凸轮的位置，调整完毕就可以使用了。

与本文电路相关的单片机源程序参见本期配刊光盘，其中每条语句都作了说明，方便读者逐条研究、学习。

《无线电》杂志社推荐书目

品牌推荐 89488 《无线电》2001-2005年合订本（2CD-ROM） 邮购价：40元/套

新书上架		邮购价
15709	看图学修电磁炉	26元/本
15940	实用无线电遥控电路	34元/本
15693	怎样识别和选用集成电路	22元/本
15515	电动自行车电气故障诊断与维修	17元/本
畅销图书		**邮购价**
15129	触摸屏与PLC入门	35元/本
15195	监控组态软件和PLC入门	37元/本
15231	新编电工实用线路200例	20元/本
14091	《无线电》家电维修精汇	35元/本
14021	无线电问与答精汇	41元/本
13545	无线电制作精汇（2）	38元/本
13544	无线电元器件精汇（第2版）	38元/本
13424	无线电识图与电路故障分析轻松入门(第二版)	35元/本
13435	无线电元器件检测与修理技术轻松入门(第二版)	35元/本
14260	例说8051	39元/本
15197	零起步轻松学电子测量仪器	22元/本
15127	数字电视知识解读	28元/本
14781	图解电力拖动系统电路	22元/本
15615	怎样识别和检测电子元器件	23元/本
14427	怎样看数字电路图	23元/本
12537	看图学电工技能	34元/本
12337	电子节能灯与电子镇流器的原理和制造	32元/本
11814	识读无线电电路图快速入门	26元/本
11826	彩色电视机单元电路应用与维修手册	44元/本
11819	无线电遥控组件及其应用电路	26元/本
12263	通用集成电路的选择和使用	25元/本
06131	怎样看无线电电路图(修订本)	17元/本

强势品牌		邮购价
2-75	《无线电》杂志及增刊	
2003-2006年第1～12期，2007年第1～12期		6.8元/本
9020052	《无线电》2005年增刊	28元/本
2003年增刊	大屏幕显示器电路解说及维修方法	28元/本
2002年增刊	国产彩色电视机电路解说及维修资料	25元/本
2001年增刊	进口彩色电视机维修资料	28元/本
2000年增刊		6元/本
《无线电》合订本		
14164	2005年上册 28元/本　14165 2005年下册	28元/本
12887	2004年上册 28元/本	
11940	2003年上册 28元/本	
11854	《无线电》2006年合订本上册	28元/本
11855	《无线电》2006年合订本下册	28元/本
82-590	《高保真音响》	
2003-2005年部分期，2006年第1～12期，2007年第1～12期		15元/本
9020021	《高保真音响》2002年增刊	28元/本
光盘产品		**邮购价**
89497	长虹最新彩电电路图集（2CD-ROM）	40元/套
2399	创维最新彩电电路图集（CD-ROM）	40元/套
788024	5.1声道DVD质量样版试机碟（1DVD）	38元/盘
68147	国内外名厂扬声器资料汇萃（CD-ROM）	40元/套
00010	《高保真音响》1994-1998年合订本（4CD-ROM）	110元/套
010013	新型彩色电视机原理与维修（15VCD）	300元/套
0030910	VCD/DVD视盘机原理与维修技术讲座（10VCD）	200元/套
040038	最新打印机工作原理及检修（4VCD）	80元/套
990006	彩色电视机实用维修技术（8VCD）	144元/套
990004	冰箱实用维修技术（4VCD）	72元/套
020015	空调器实用维修技术（6VCD）	108元/套

邮购方法：请将购书款汇至北京市南区崇文区夕照寺街14号A座，收款人：《无线电》杂志社，邮编：100061，请在汇款单附言中注明书号及册数（如购买杂志请注明年份及期数，如要挂号购买杂志请另加3元挂号费），联系电话：(010)67134097-24。

用可编程逻辑器件设计数字语音电路(2)

用PLD设计电话交换电路

文/陈演平

在上期，我们介绍了用PLD控制语音编解码芯片，使4路语音能够分成2对相互通话。本期介绍用PLD来控制4路语音进行任意形式的交换通话，进而设计出电话监听、电话广播的功能，再以实例说明如何用PLD来产生电话系统中所需要的信号音。

我们将让读者进一步了解怎样把所需要的设计分解成一些电路符号的组合，并用图形编辑和文本编辑相结合的方法在MAX+plus II软件里创建出这些电路符号，实现所要求的功能。

一、用PLD控制语音交换

对上期中两对语音相互通话的电路做些改进，就可以使每路都能够在其余3路里任意选择1路来相互通话，这样用PLD就能实现类似于程控数字交换机的功能了。但因为我们的实验电路板上没有CPU，暂时只能通过电路板上的拨动开关来选择和改变功能。到第6讲时，会介绍单片机和可编程逻辑器件结合的设计方法，能非常方便地实现许多程控通话功能。

每路语音的交换状态有4种：不交换及和其余3路中的任意1路交换。容易算出，所有不重复的交换状态共有10种。因此，可以取实验电路板上拨动开关的低4位做编码输入给PLD，设置各种不同的交换功能。PLD根据设置对每路语音分配接收时隙，使4路语音进行各种方式的交换，同时输出低电平点亮10段LED的某段来显示当前的功能，见表1。

表1 拨动开关编码和交换功能及LED状态对照表

开关编码 s[3..0]	交换功能	LED状态
0001	0路和1路交换，2路和3路不交换	第1段亮
0010	0路和1路交换，2路和3路交换	第2段亮
0011	0路和1路不交换，2路和3路交换	第3段亮
0100	0路和2路交换，1路和3路不交换	第4段亮
0101	0路和2路交换，1路和3路交换	第5段亮
0110	0路和2路不交换，1路和3路交换	第6段亮
0111	0路和3路交换，1路和2路不交换	第7段亮
1000	0路和3路交换，1路和2路交换	第8段亮
1001	0路和3路不交换，1路和2路交换	第9段亮
其他	各路互不交换	不亮

在MAX+plus II软件里，可以用74154译码器和一些门电路的组合设计出语音交换控制电路jh来实现表1的功能，如图1所示。但更方便的是用AHDL语言提供的"CASE"语句编写如下程序来实现表1的功能：

```
SUBDESIGN jh_t
(s[3..0],fs[3..0]:INPUT;
fsr[3..0],led[10..1]:OUTPUT;)
BEGIN
CASE s[3..0] IS
  WHEN 1=>fsr0=fs1;fsr1=fs0;
    led[10..1]=B"1111111110";
  WHEN 2=>fsr0=fs1;fsr1=fs0;fsr2=fs3;fsr3=fs2;
    led[10..1]=B"1111111101";
  WHEN 3 => fsr2=fs3; fsr3=fs2;
    led[10..1]=B"1111111011";
  WHEN 4 => fsr0=fs2; fsr2=fs0;
    led[10..1]=B"1111110111";
```

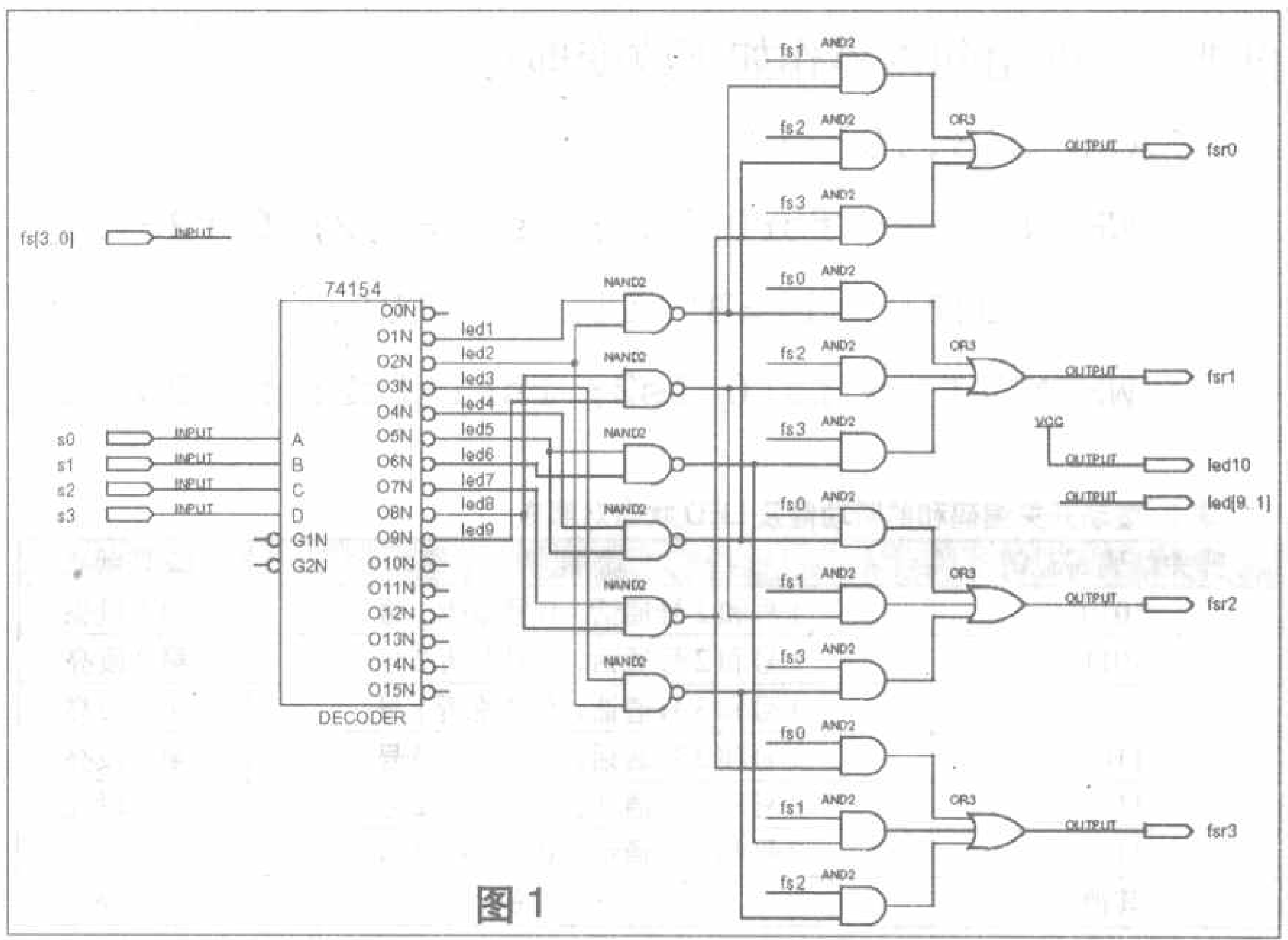


图1

```
  WHEN 5=>fsr0=fs2;fsr1=fs3;fsr2=fs0;fsr3=fs1;
    led[10..1]=B"1111101111";
  WHEN 6 => fsr1=fs3; fsr3=fs1;
    led[10..1]=B"1111011111";
  WHEN 7 => fsr0=fs3; fsr3=fs0;
    led[10..1]=B"1110111111";
  WHEN 8=>fsr0=fs3;fsr1=fs2;fsr2=fs1;fsr3=fs0;
    led[10..1]=B"1101111111";
  WHEN 9 => fsr1=fs2; fsr2=fs1;
    led[10..1]=B"1011111111";
  WHEN OTHERS => fsr[3..0]=GND;
    led[10..1]=B"1111111111";
END CASE;
END;
```

以上fs0~fs3为4个固定的时隙信号，fsr0~fsr3是分配给各路的接收时隙信号。由这段程序可创建出模块符号jh_t，如图2所示。在图形编辑器里引用它，其功能和图1电路是等效的。

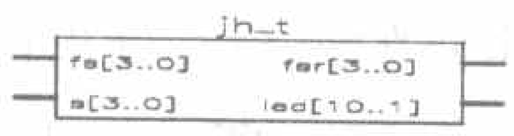


图2

由jh_t电路符号输出fsr[3..0]作为各路语音的接收时隙信号，这样就可由开关s[3..0]来选择实现表1中的各种电话交换功能了。

二、用PLD实现电话监听

对以上设计做些改动，就能实现电话监听功能。监听方可以选择监听其余通话语音中的任意一方，而不让对方听到自己的声音。监听功能是通过向监听方分配接收时隙，但不向被监听方分配监听者的时隙来实现的。

把0号设定为实施监听功能的一方，其他方通话时，0号可选择监听任意一方。拨动开关的编码和监听功能的关系见表2。

那么，只要把上面AHDL程序的子设计名改为“jt_t”，再把CASE语句内容作如下改变即可：

```
CASE s[3..0] IS
  WHEN 10 => fsr0=fs1; fsr1=fs2; fsr2=fs1;
    led[10..1]=B"1111111110";
  WHEN 11 => fsr0=fs2; fsr1=fs2; fsr2=fs1;
    led[10..1]=B"1111111101";
  WHEN 12=>fsr0=fs1;fsr1=fs3;fsr3=fs1;
    led[10..1]=B"1111111011";
  WHEN 13=>fsr0=fs3;fsr1=fs3;fsr3=fs1;
    led[10..1]=B"1111110111";
  WHEN 14=>fsr0=fs2;fsr2=fs3;fsr3=fs2;
    led[10..1]=B"1111101111";
  WHEN 15=>fsr0=fs3;fsr2=fs3;fsr3=fs2;
    led[10..1]=B"1111011111";
  WHEN OTHERS=>fsr[3..0]=GND;
    led[10..1]=B"1111111111";
END CASE;
```

表2 拨动开关编码和监听功能及LED状态对照表

开关编码 s[3..0]	功能	LED 状态
1010	1号和2号通话，0号监听1号	第1段亮
1011	1号和2号通话，0号监听2号	第2段亮
1100	1号和3号通话，0号监听1号	第3段亮
1101	1号和3号通话，0号监听3号	第4段亮
1110	2号和3号通话，0号监听2号	第5段亮
1111	2号和3号通话，0号监听3号	第6段亮
其他	不通话，不监听	不亮

把这个子设计创建成电路符号，取代原设计中的jh_t就能实现电话监听功能。这里的监听功能只能监听1路。如果要同时监听多路语音，就要用到多路语音求和的功能，将在以后介绍。

三、用PLD实现电话广播

用类似的原理也能实现电话广播功能。广播方把语音广播给其余所有的用户，而不去听对方的声音。拨动开关编码和广播功能的关系见表3，实现的方法也只要改变一下AHDL程序的语句。

表3 拨动开关编码和广播功能及LED状态对照表

开关编码 s[3..0]	功能	LED 状态
1010	0号向其余用户广播	第1段亮
1011	1号向其余用户广播	第2段亮
1100	2号向其余用户广播	第3段亮
1101	3号向其余用户广播	第4段亮
其他	不通话，不广播	不亮

把子设计名改为gb_t，把CASE语句内容作如下改变:

```
CASE s[3..0] IS
  WHEN 10 => fsr1=fs0; fsr2=fs0; fsr3=fs0;
    led[10..1]=B"1111111110";
  WHEN 11 => fsr0=fs1; fsr2=fs1; fsr3=fs1;
    led[10..1]=B"1111111101";
  WHEN 12=>fsr0=fs2;fsr1=fs2;fsr3=fs2;
    led[10..1]=B"1111111011";
  WHEN 13=>fsr0=fs3;fsr1=fs3;fsr2=fs3;
    led[10..1]=B"1111110111";
  WHEN OTHERS=>fsr[3..0]=GND;
    led[10..1]=B"1111111111";
END CASE;
```

创建gb_t电路符号，并对原设计做相应的改动，就能实现电话广播功能。

四、用PLD产生电话信号音

大家熟悉的电话信号音，如拨号音，也能用PLD来产生。其原理是按照信号音的波形算出其PCM编码值，再由PLD内的逻辑电路按一定的时序周期把各编码值顺次输出

给PCM编解码芯片TP3094，解码后得到正弦波。用这一技术得到的正弦波比用模拟振荡电路得到的正弦波要稳定得多，且不需要用阻容元件。下面以拨号音为例说明信号音电路的几个主要组成部分。

1．正弦波的取样和编码

按照我国标准，电话拨号音的频率是450Hz，允许有一定的误差。拨号音的电平是−10dBm。因为PCM信号的取样周期是125 μ s，每18次取样的时间就是2.25ms，十分接近450Hz，所以用18个PCM码就能得到一个完整的拨号音正弦波。重复输出这18个码，就得到连续的正弦波。每次取样的码值可以根据PCM码的定义算出（计算从略），取样点的分布和以两位16进制数表示的取样码值如图3所示。

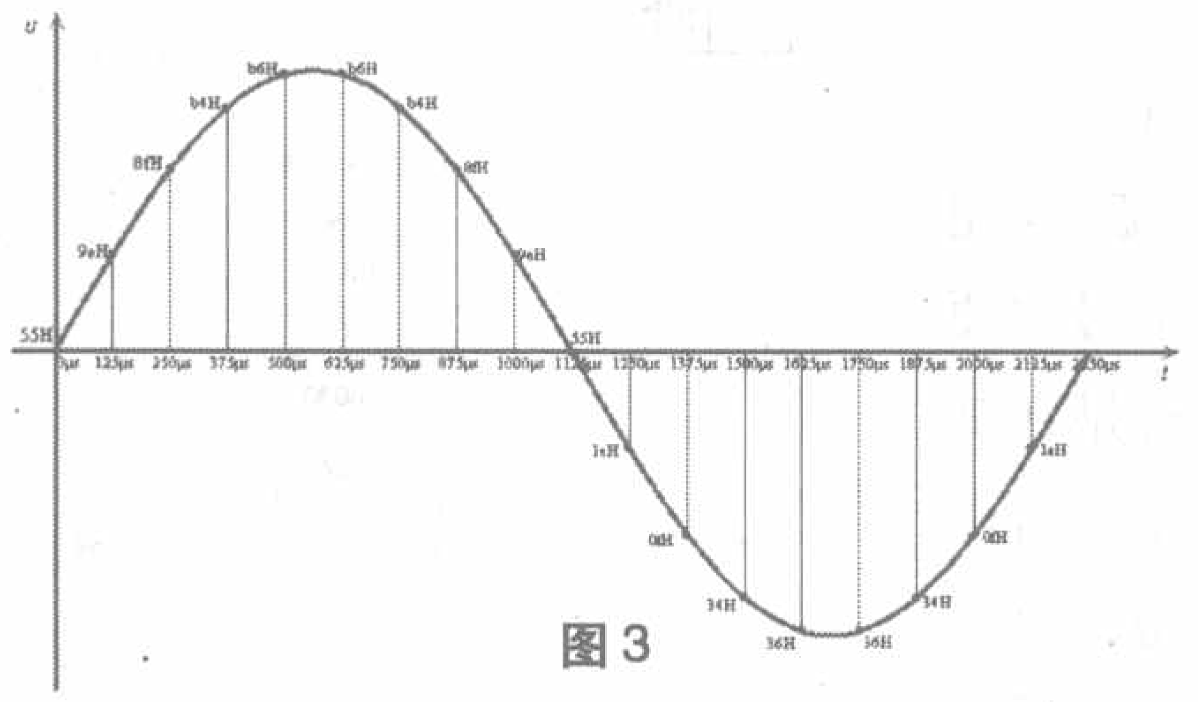


图3

确定了取样次数和取样值后，可以用PLD来产生波形的编码数据，电路如图4所示。

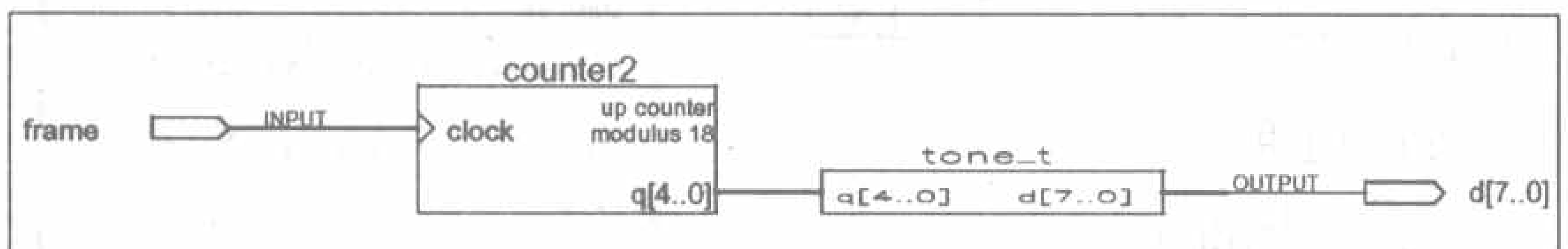


图4

图4中counter2是在MAX+plus II里用“MegaWizard Plug-in Manager”工具设计出的计数器，能够周而复始地从0到17计数。给这个计数器输入周期为125 μ s的frame脉冲，再用计数器的输出q[4..0]来控制波形编码d[7..0]的输出。符号tone_t是用AHDL语言编写的，能对应不同的输入计数值输出图3中的一系列波形编码。

2．把并行码转换成串行码输出

图4电路输出的d[7..0]是8位并行码，PCM信号要求是串行码，因此还必须对d[7..0]做并行/串行的转换。图5的电路符号p2s可用来实现这一功能，它也是用“MegaWizard Plug-in Manager”工具设计的。

当load信号为高时，p2s把输入的并行信号d[7..0]装载进来；为低时，则将已装载进来的d[7..0]从高位到低位（即向左移位）逐位从shiftout端向外串行输出。装载和移位操作均在时钟脉冲clock的上升沿执行。

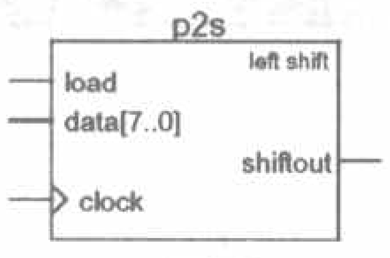


图5

3．编码生成和移位输出的时序

为保证PLD产生的信号音音质良好，信号音编码必须按照规定的时序来生成、轮替和移位输出。因为PCM信号各个时隙的数据是按帧周期刷新的，所以图4中counter2的时钟脉冲frame最好是跨在前后两帧之间，即在前1帧最后1个时隙的最后1次取样结束后，通过frame的上升沿来改变counter2的计数值从而刷新取样码，并在后1帧首个时隙的第1次取样来到之前使frame回到低电平。类似地，移位输出的装载信号load则应该跨在前后两个时隙之间，在前1个时隙的最后1bit移出后再装载新的8bit数据，并且在新数据开始移位前结束装载操作。这些信号间的时序要求如图6所示。

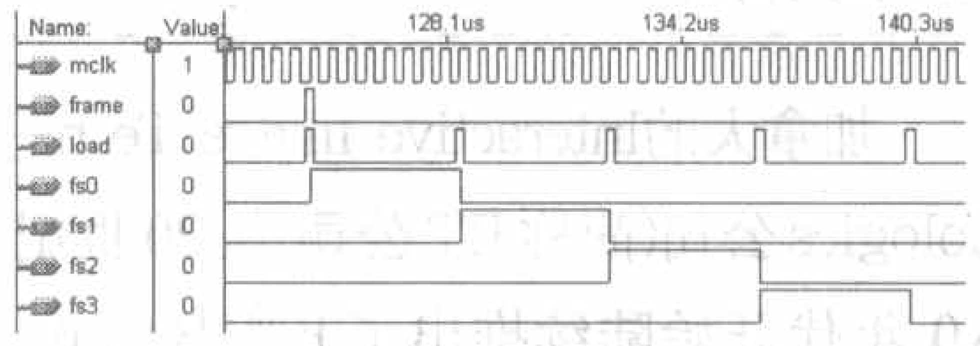


图6

满足这一时序要求的frame和load信号可用如图7所示的电路来实现。

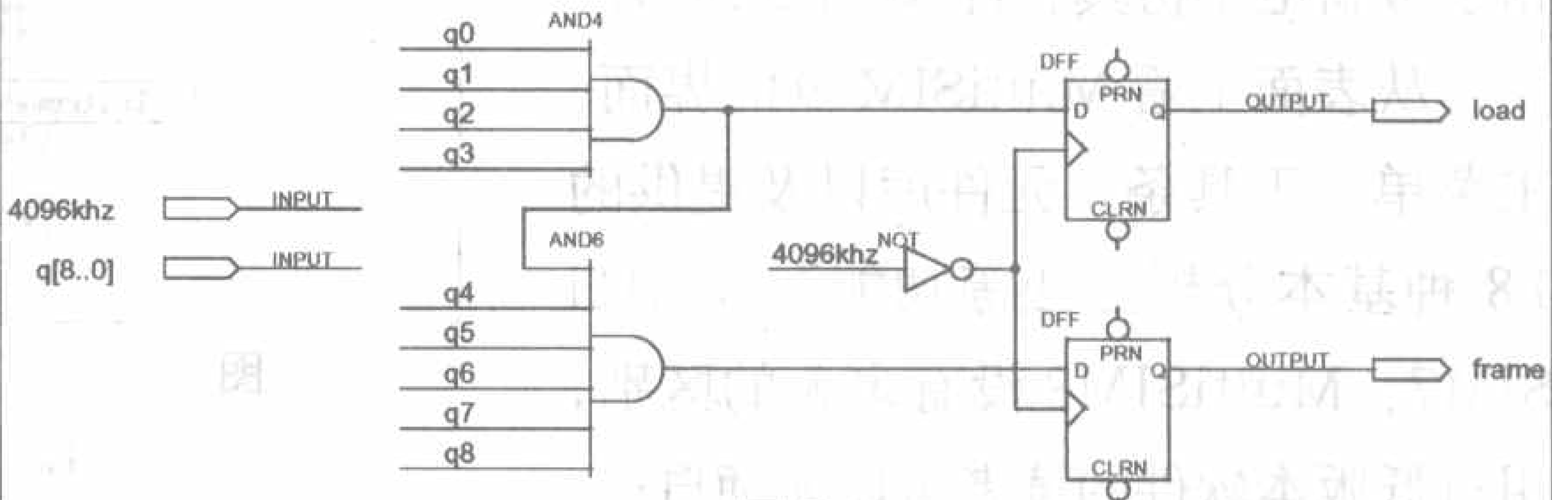


图7

4．语音和信号音的切换

通常语音和信号音不同时收听。需要在语音和信号音之间切换时，用2选1的多路选择器就能实现。语音和信号音的切换电路如图8所示，图8中的符号21mux就是2选1电路，是MAX+plus II元件库中的。

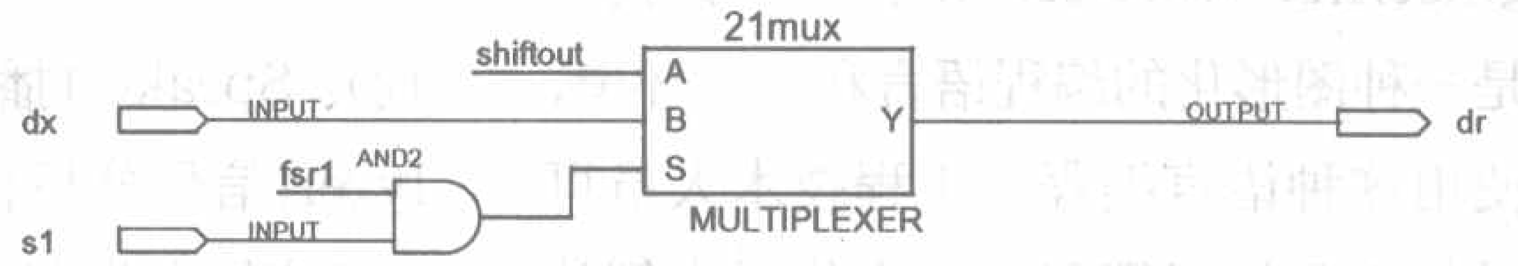


图8

假定我们要使第1号用户收听信号音，那么我们可以用拨动开关的第1位s1和1号接收时隙信号fsr1相“与”来控制21mux的S端。当s1为高电平时，fsr1信号能够送到S端，这时来自shiftout的信号音数据就从Y端输出到dr，使1号用户听到拨号音。如果s1为低电平，则fsr1信号不能送到21mux的S端，dr接收来自dx的信号，1号用户维持原来的通话状态。

以上全部电路的完整设计文件和视频教程见本期配刊光盘中的相关内容。

体验 MultiSIM 9

电子仿真软件 MultiSIM 9 新功能简介

文/黄培根

加拿大的Interactive Image Tech-nologies公司(简称IIT公司)从20世纪80年代开始陆续推出了EWB5.0、MultiSIM2001、MultiSIM7、MultiSIM8，它们已经为电子工程师和广大电子专业的师生所熟悉，并得到广泛应用。IIT公司于2005 年12月发布了最新电子仿真软件MultiSIM 9。

从表面上看MultiSIM 9的界面、主菜单、工具条、元件库以及提供的18种基本分析方法等功能和MultiSIM7、MultiSIM8没有多大的区别，用过低版本软件的读者可以无师自通，不必介绍。其实不然，从根本上讲，MultiSIM 9和以前的版本比较，有着本质上的区别。目前IIT公司已被美国的NI公司收购，在MultiSIM 9中，引入了NI公司独创的、先进的LabVIEW (laboratory virtual instrument en-gineering workbench)技术，该技术是一种图形化的编程语言和开发环境，使用这种语言编程，工程技术人员可以从编写枯燥繁冗的程序代码中解放出来，在电脑的屏幕上“绘制”生动有趣的虚拟仪器程序流程图。工程师们可以方便地使用MultiSIM 9中的LabVIEW采样仪器，甚至可以设计和自造虚拟仪器，有效地完成电子工程项目从最初的概念建模到最终的成品的全过程。这是一种目前世界上越来越被广大工程技术人员所熟悉和掌握的先进的设计理念和技术。

下面就MultiSIM 9的几个新增功能作简单介绍。

一、LabVIEW Instrument采样仪器

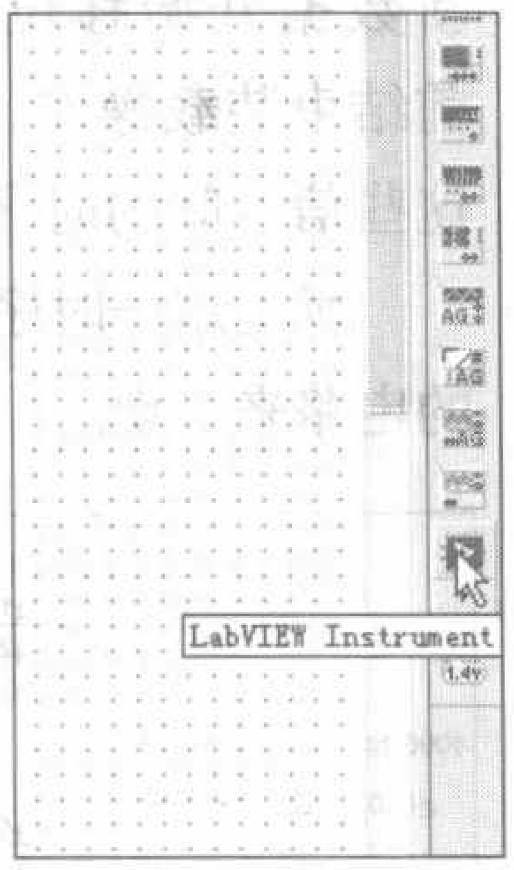


图1

图2

正如上面所说，MultiSIM 9与以前版本相比，一个最主要的特点就是在其基本界面的右侧虚拟仪器、仪表工具条的最后新增了一个“LabVIEW Instrument”图标，如图1所示。

点击它的下方箭头，将出现下拉菜单，其中有4种虚拟采样仪器，分别是Microphone(话筒)、Speaker(播放器)、Signal Ana-lyzer(信号分析仪)和Signal Genera-tor(信号发生器)，如图2所示。

点击Microphone，鼠标箭头将带出一个话筒图标“XLV1”，双击该图标将打开话筒设置对话框，如图3所示。框中显示从硬盘中获取采样声音，设置记录持续时间、声音的频率以及是否需要反复记录等设置栏目。

点击Speaker，鼠标箭头将带出一个播放器图标“XLV1”，双击该图标将打开播放器的设置对话框，如图4所示。框中显示播放音频时间、频率的设置以及注意事项等。

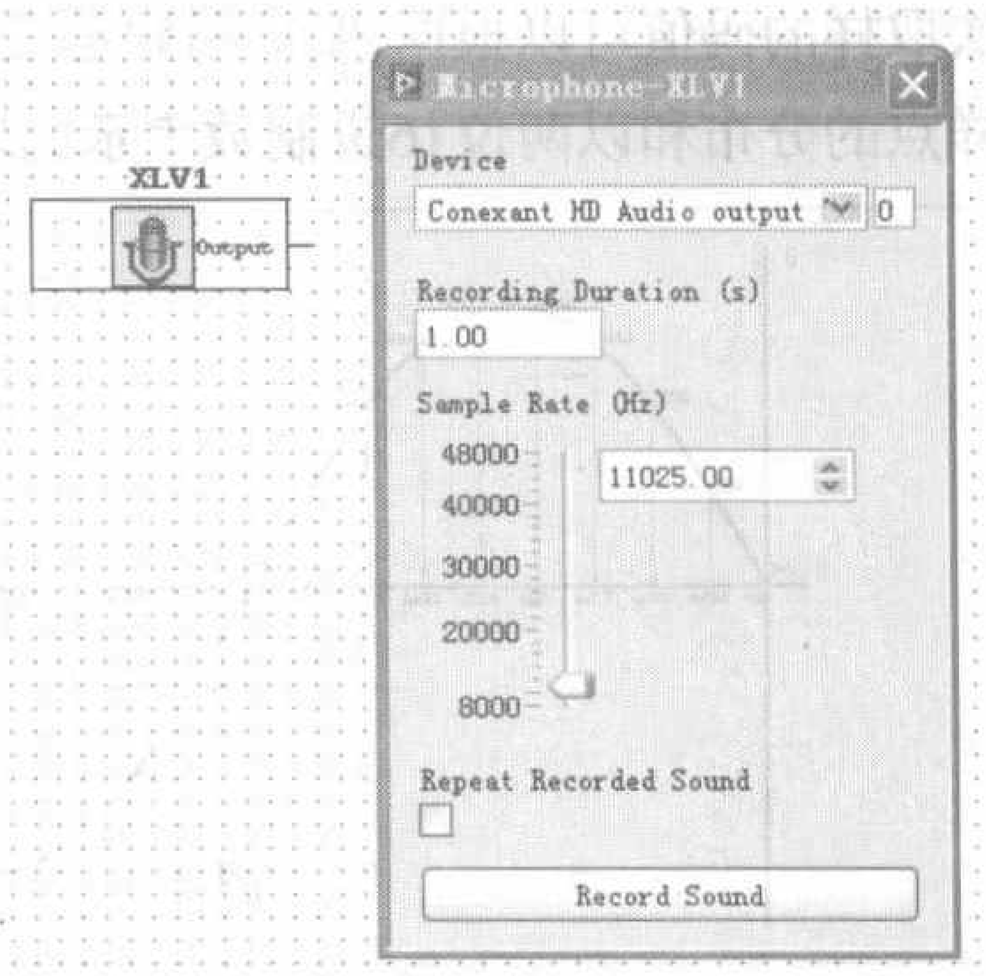


图3

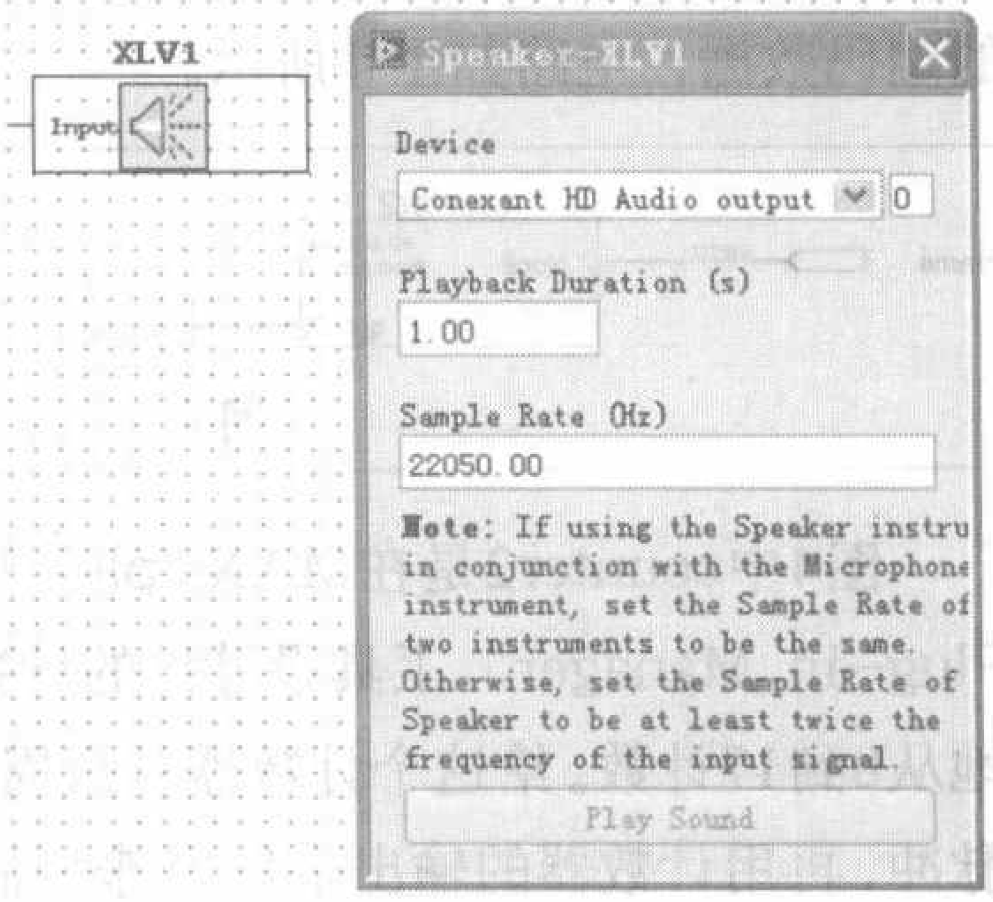


图4

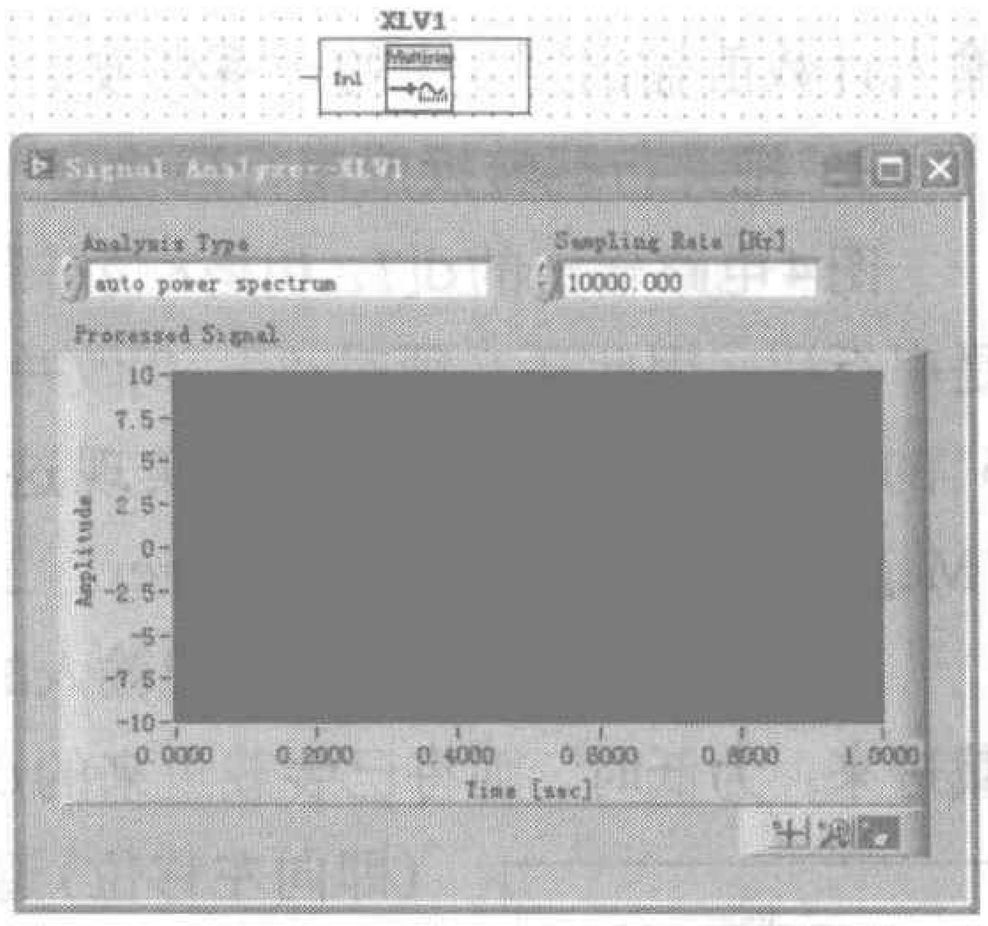


图5

点击Signal Analyzer，鼠标箭头

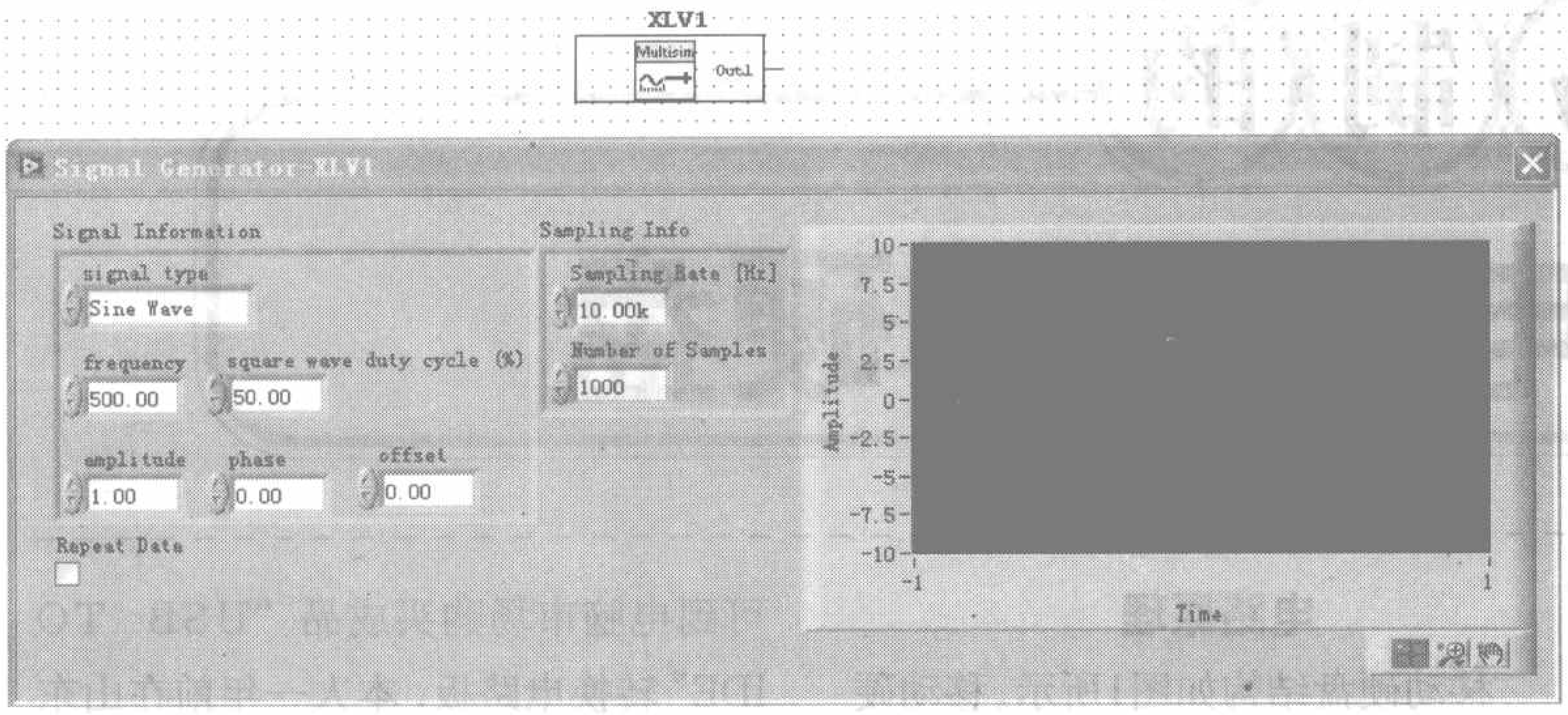


图6

将带出一个信号分析仪图标“XLV1”，双击该图标将打开信号分析仪的放大面板，如图5所示。放大面板中可以对三种分析类型、采样频率等进行设置。分析波形通过屏幕显示出来，水平轴为时间，垂直轴显示分析波形的幅值。

点击Signal Generator，鼠标箭头将带出一个信号发生器图标“XLV1”，双击该图标将打开信号发生器的放大面板，如图6所示。放大面板中有两项内容可供设置：“信号信息栏”主要对信号类型、频率及方波的占空比、信号的幅度、相位及偏移量等的设置；“采样信息栏”主要对采样信号的幅度、采样信号的数量等进行设置，并且还可以选择反复重现分析波形，通过右侧屏幕显示出来。

二、关于MultiSIM 9的Basic库中元件

1．在此值得特别一提的是MultiSIM 9（包括MultiSIM 8）修正了MultiSIM 7的一个缺陷，将电阻单位由原先的“Ohm”改成了“Ω”，这使我们用起来更加方便。点击MultiSIM 9基本界面元件工具条中的“Place Basic”按钮，如图7鼠标箭头所指，将弹出选择元件对话框，在“Family”栏中

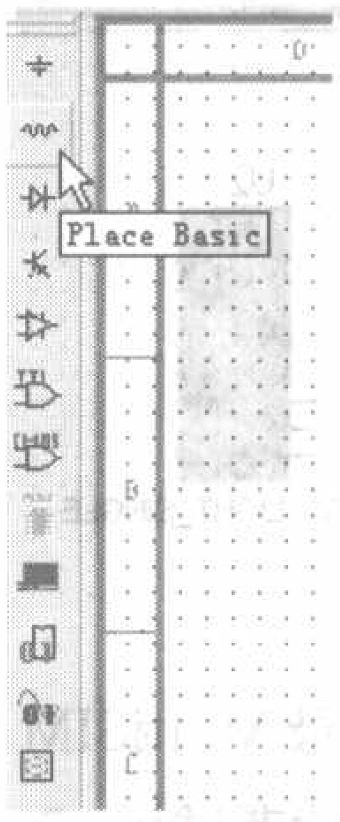


图7

选取“RESISTOR”，点击“Filter”栏下的下拉箭头，可以先筛选电阻的阻值类别，然后再在“Component”栏中选取电阻，也可以先筛选电阻的误差等级，这样调用元件时更方便一点，如图8所示。

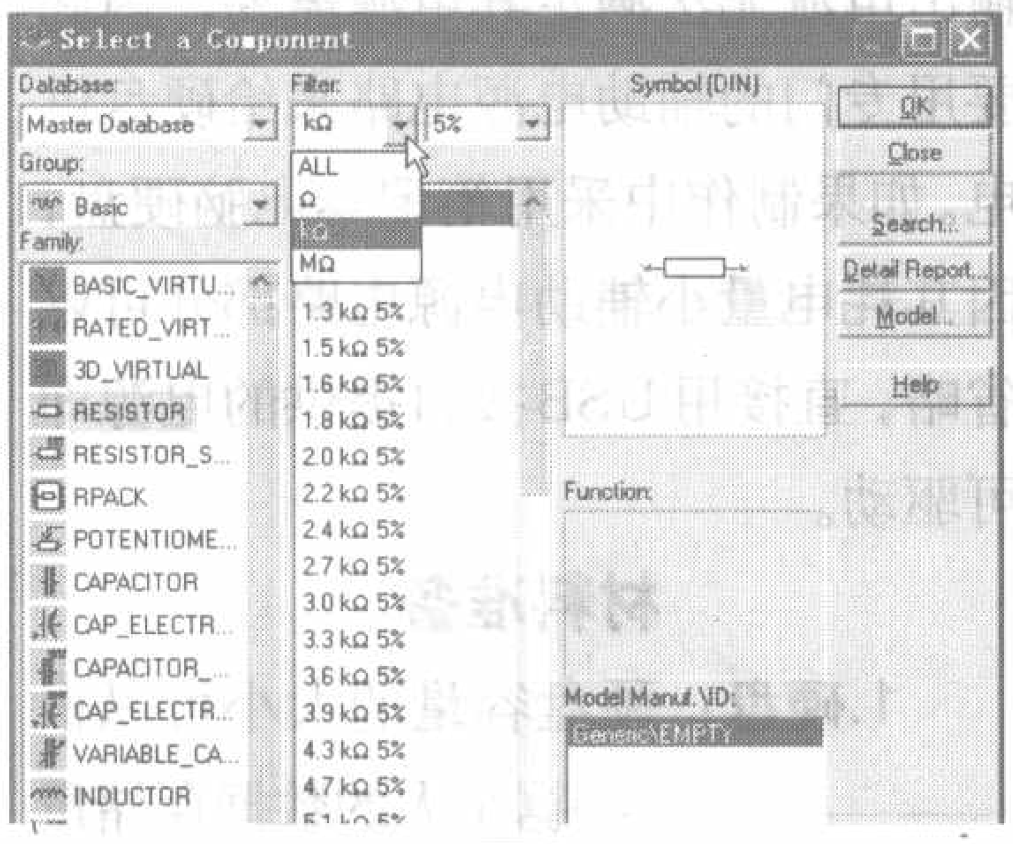


图8

2．MultiSIM 9中的三维元件比MultiSIM 7多增加了3种：555时基电路、680Ω电阻和4.7k电阻，总的来说三维元件品种太少，且不能修改和设置它的参数，所以不能随意地组建生动逼真的3D电路。一个变通的办法是可以用其它元件和三维元件组成混合仿真电路。

3.MultiSIM 9元件工具条中的“Place Basic”库中“Family”栏的最后有一种叫SCH_CAP_SYMS的元件，如图9 鼠标箭头所指。在“Compoment”栏下共有17个品种，这些元件不能用来组建仿真电路，这些元件符号只用在Ultiboard制版时作为示意图标使用，它们没有任何电

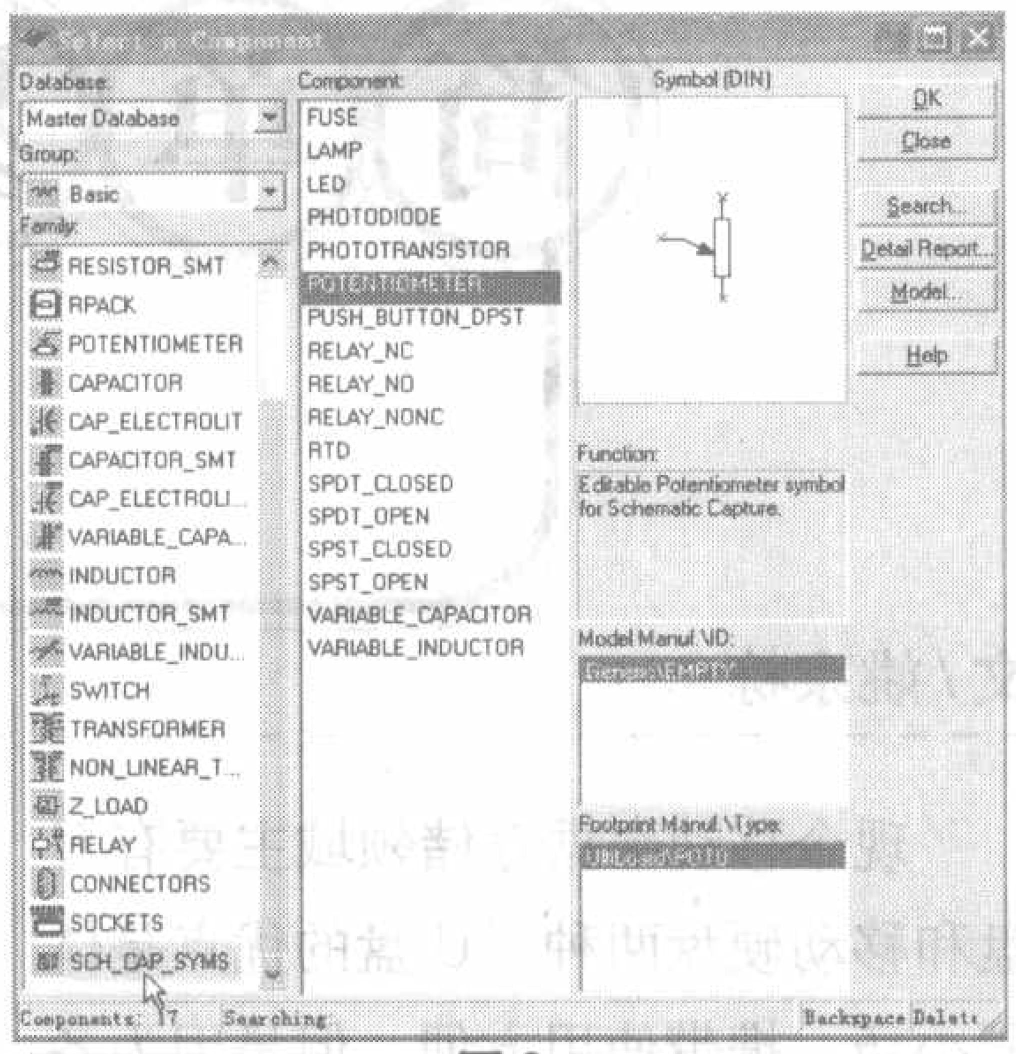


图9

气特性。

三、关于MultiSIM 9中新增的元件库

在MultiSIM 9基本界面左侧的元件工具条中新增了两个元件库，它们分别是MultiMCU和Advanced Peripherals，如图10所示。

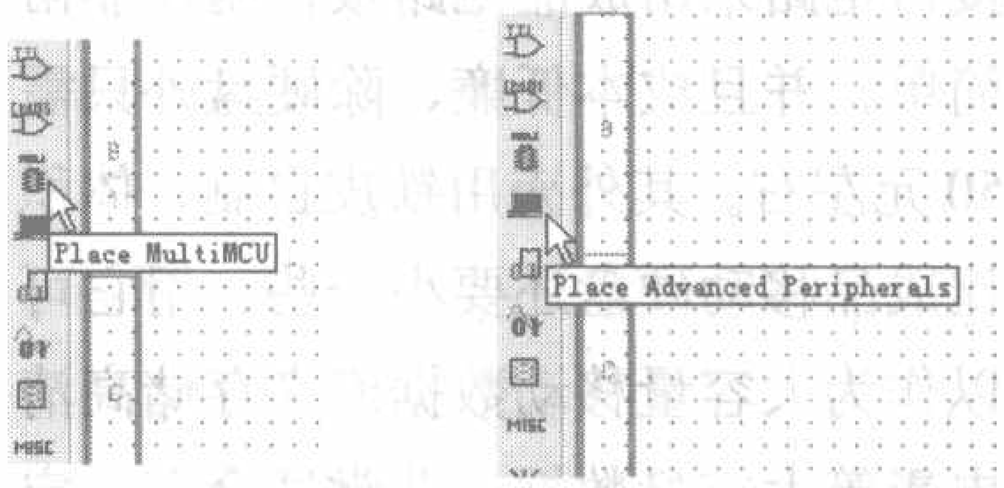


图10

它们主要用在单片机虚拟仿真方面，例如点击“Place Advanced Peripherals”(先进的外围设备)按钮，在“Family”栏下共有四类元件如图11所示。

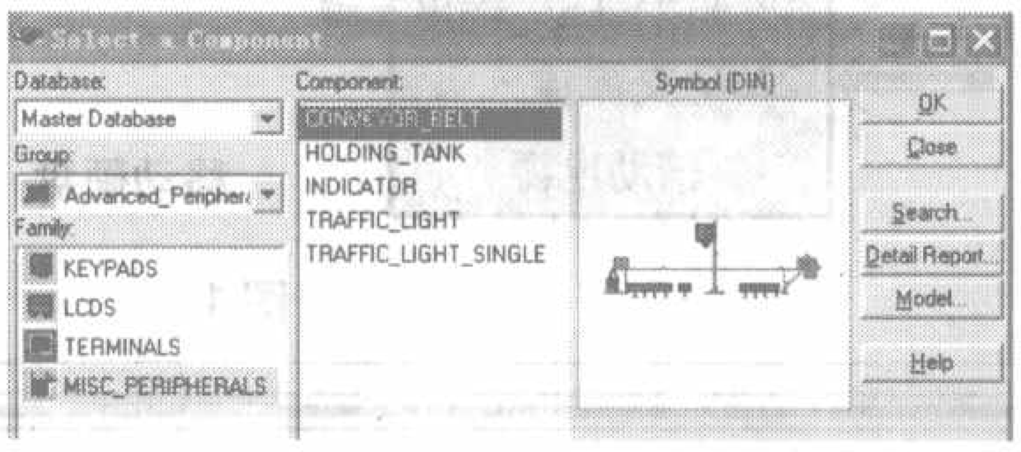


图11

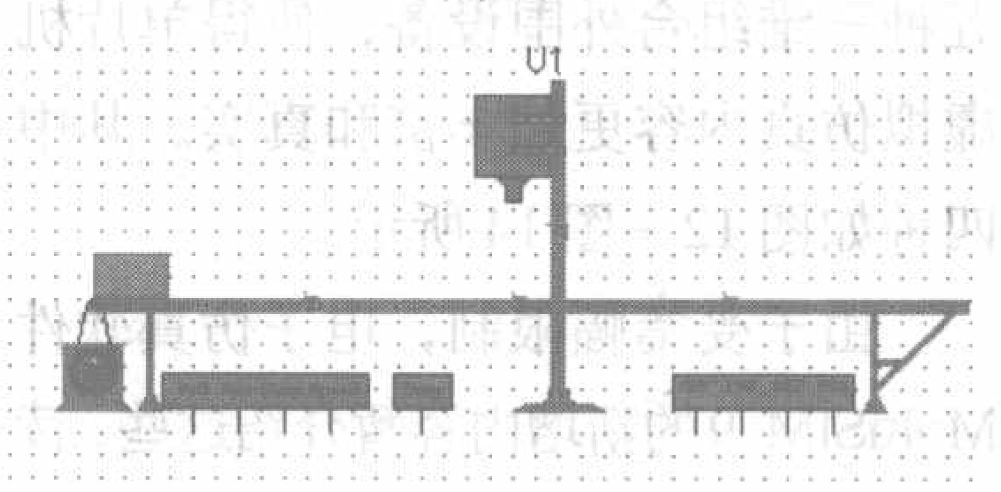


图12

选取其中的“MISC_PERIPHERALS”，在其“Component”栏下有

简单易制的电脑移动硬盘

文/姚宗栋

现今移动数据存储领域主要有U盘和移动硬盘两种，U盘的优点是体积小巧、携带使用方便，但是因为各方面的原因其存储容量比较小，最高只能达到2G左右，当需要存储大容量的数据时便无能为力，这时只能靠移动硬盘来完成，利用移动硬盘可以轻松实现高达上百G的超大容量移动数据存储功能。本文为您介绍一种电脑移动硬盘的简单易行的制作方法，其接口电路采用成品电路板，制作非常简单，并且成本低廉，除硬盘外只需50元左右。其外壳用铁皮自制，体积比成品移动硬盘还要小一些。用它可以作为大容量移动数据库来存储高清电影等大容量数据，非常适合有一定动手能力的电脑爱好者自制。

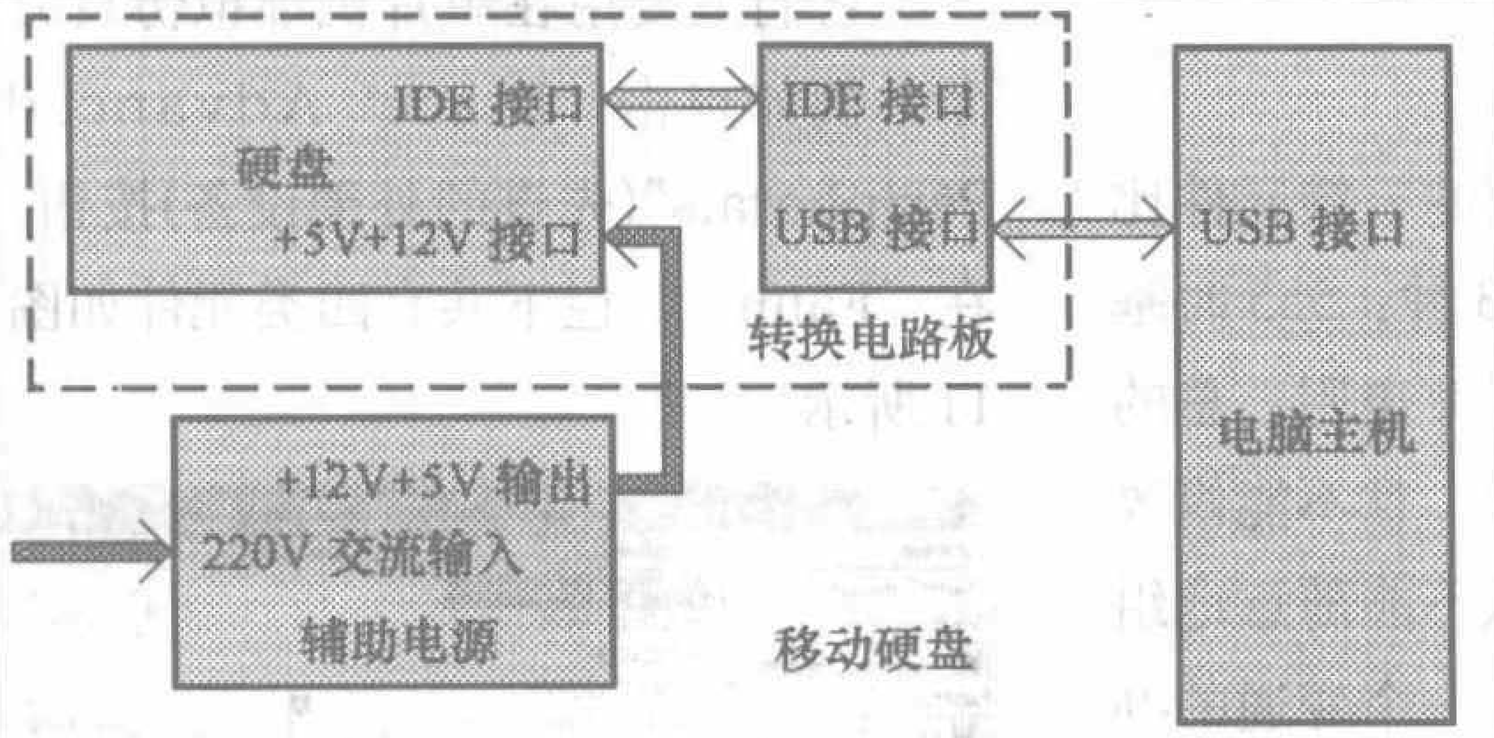


图1

电路原理

移动硬盘结构如图1所示。移动硬盘与电脑主机的连接一般采用USB接口，硬盘的IDE接口无法与电脑直接相连，制作时需用转换电路将硬盘的IDE接口数据信号转换为USB接口数据信号。由于制作中采用的是3.5英寸台式机硬盘，其耗电量较大，电脑主机USB接口提供的最大500mA的输出电流无法满足其电源需要，因此要用专门的辅助电源电路来给硬盘供电。如果制作中采用笔记本电脑硬盘，因其耗电量小辅助电源电路部分可以省略，直接用USB接口提供的电源即可驱动。

材料准备

1.硬盘：硬盘容量的大小可以根据个人的数据存储量的需要而选择，本人选择的是手头闲置的4.3G的老台式机硬盘，使用效果很好。制作中需要将其后部的跳线设置为主盘(Master)方式。

2.转换电路板：可到电脑市场购买成品“USB TO IDE”转换电路板，本人一年前在山东临沂电脑市场的单只成交价是48元，购买时附带有辅助电源电路，不要忘了向经销商索要。

3.铁皮外壳：可以采用厚度为0.2mm～0.6mm的薄铁皮制作，可到制作铁皮器具的铁匠铺买到，最好买有烤漆的很平整的那一种，很便宜，2元足够。用其下料用的剪板机剪取两块101mm×425mm的长方形铁皮，制作外壳只需要一块即可，之所以剪两块是等到后面的折弯工作完成后可以择优选取其中效果较好的一块。

4.电源插座、插头：应该选取6.35mm系列的大口径立体声插座、插头，可在电子元件市场买到。注意不要用小口径3.5mm系列的插座和插头，因为其不能保证电路接触的紧密与稳定性，可能影响移动硬盘的稳定运行。

5.直流电源连接线：可以选用1m左右的普通双芯屏蔽线，应选用线径粗一些的，以免引线过长时线路压降过大，影响硬盘的正常工作。再找一段带硬盘电源插头的引线备用。

五种三维组合外围设备，使得单片机虚拟仿真内容更加丰富和真实。其中四种如图12～图14所示。

由于受篇幅限制，电子仿真软件MultiSIM 9的新增内容暂介绍这些。读者，若对电子仿真软件MultiSIM 9有兴趣，请关注后续文章或登录WWW.TTLCMOS.COM网站了解更多的内容。

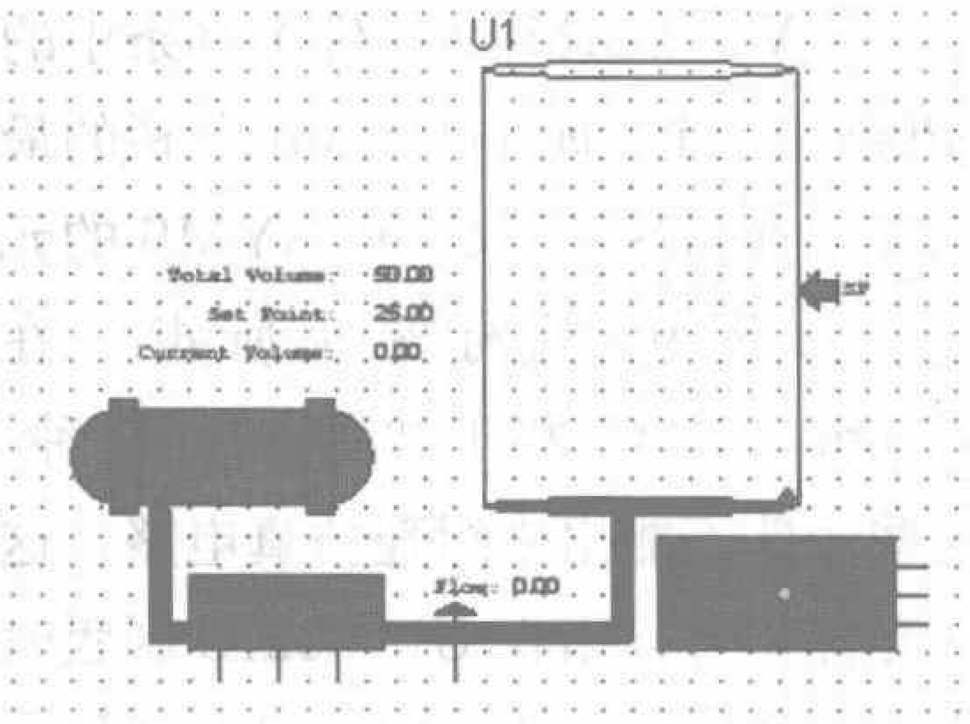


图13

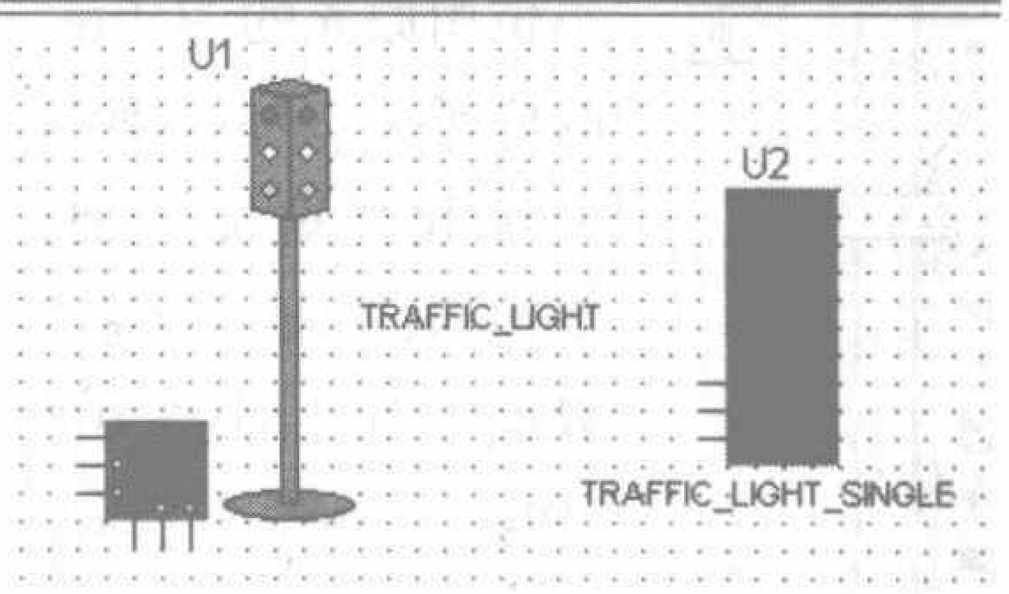


图14

下一期配刊光盘将收录MultiSIM 9试用版的安装程序，欢迎读者试用。

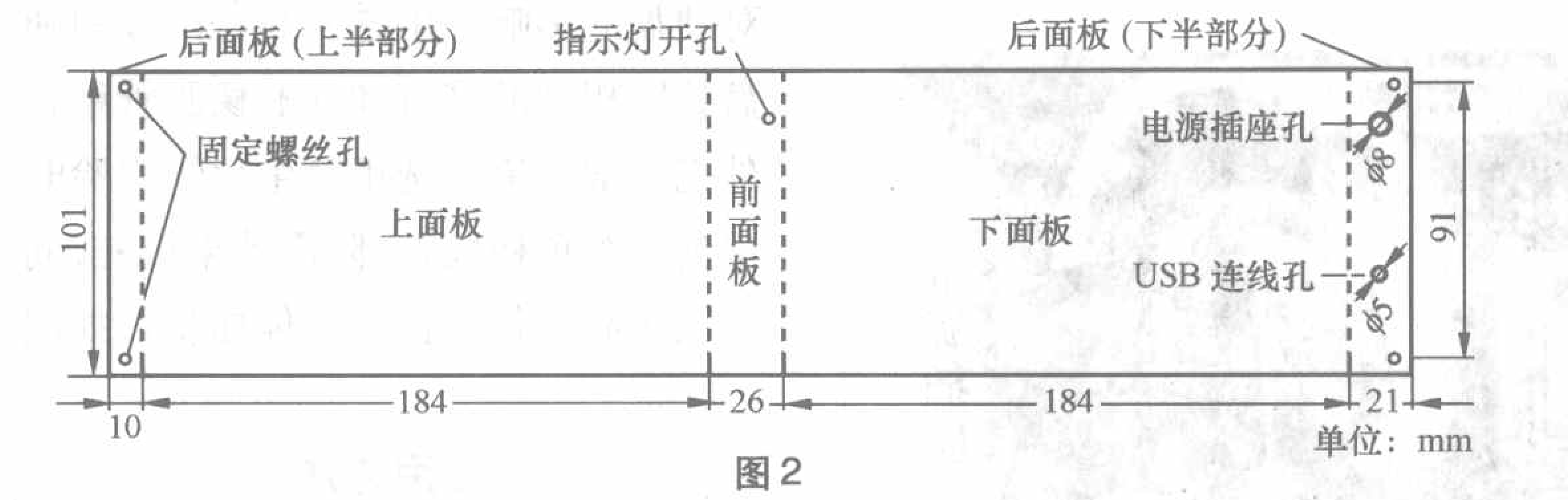


图2

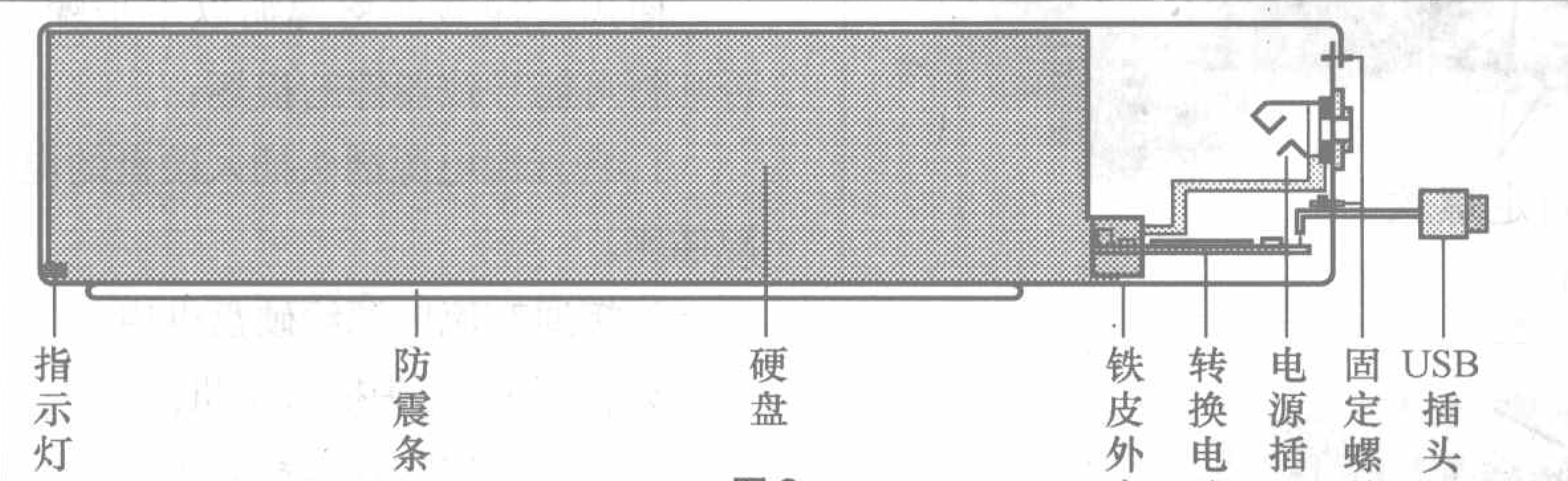


图3

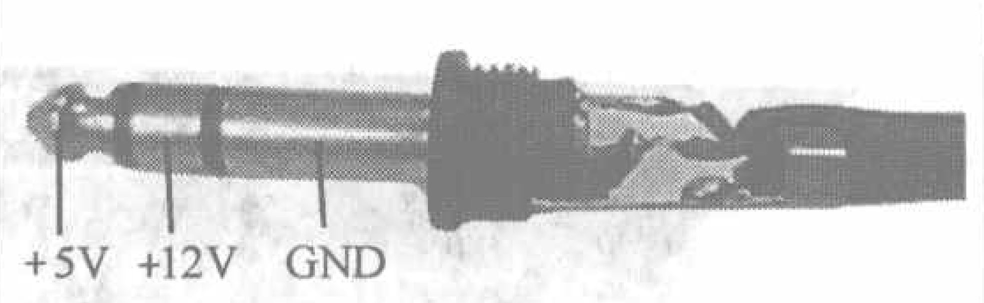


图6

图7

制作方法

1.外壳的制作：由于电路部分采用成品电路板，因此制作重点主要是移动硬盘外壳。制作时铁皮尺寸的确定非常关键，尺寸过大，将使整体尺寸变大，携带不方便；尺寸过小，将无法安装硬盘或在硬盘受到挤压时损坏转换电路板。笔者制作时采用的铁皮尺寸如图2所示，制作时先按照图中的标注数据用电钻钻相应大小的孔(硬盘指示灯开孔位置需要根据各种硬盘的具体情况而确定)，再沿着图中的虚线部分分别向铁皮的同一个侧面进行90度折弯，折弯的方法可根据自己的实际情况而定，最好使用专用金属折弯机，在提供金属剪板折弯的店铺、工厂里都有。也可以自己找两段200mm长、两边宽度为30mm × 30mm的角铁，在角铁两端分别对应钻孔加固定螺丝，将铁皮紧紧夹在两个角铁中间进行折弯，折弯效果也很好。折弯完成后铁皮两端应该能够首尾结合形成一个闭合的壳体，放入硬盘后的具体结构如图3所示。

2.转换电路板改造：为缩小移动硬盘整体的体积，将买来的转换电路板的塑料外壳小心地从中缝撬开去掉，将USB接线记好焊接方式后从转换电路板上焊下。再从USB插头开始剪取长300mm左右的引线，将剪得的连线接头从已钻好的USB接线孔中穿进壳体内部，按原来的接线方式焊接到转换电路板上，并用热熔胶固定好接头焊点。为保证绝缘良好可以在转换电路板的底部贴一层胶布或不干胶。

3.插头的改造：找一段带硬盘电源插头的连接线，从插头开始剪取50mm左右长的引线，从插头的塑料座内取出黑、红、黄3段带弹性触头的接线，如图4所示。如果对于移动硬盘的外部体积大小要求不很严格的话，也可以直接利用连接线上的塑料电源插头部分，不必将弹性触头取出，不过移动硬盘的整体长度将会增加1厘米左右，铁皮外壳的尺寸也应做相应的修改。将接线的黑、红、黄色线头分别焊接在6.35mm电源插座的地线和两个弹性接触片的焊点上，弹性触头及焊接处用热缩套管加以保护，避免短路，将插座固定在外壳上的电源插座钻孔中。如图5所示。再将转换电路板附带的硬盘电源的直流电源引线焊掉，将准备的双芯屏蔽线的外屏蔽层接到电源电路板的地线焊点，两股芯线分别接到+5V、+12V焊点上，屏蔽线的另一头接线在电源插头上焊好，注意顺

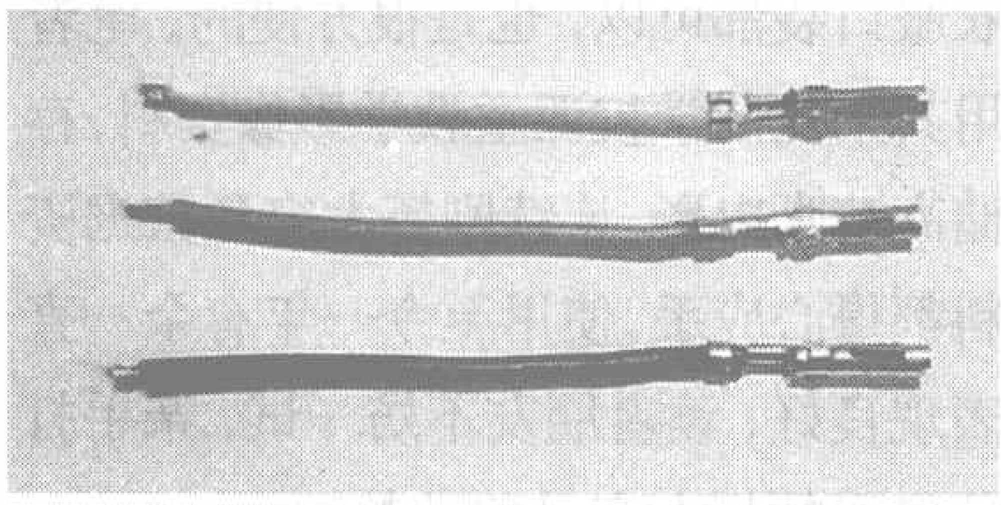


图4

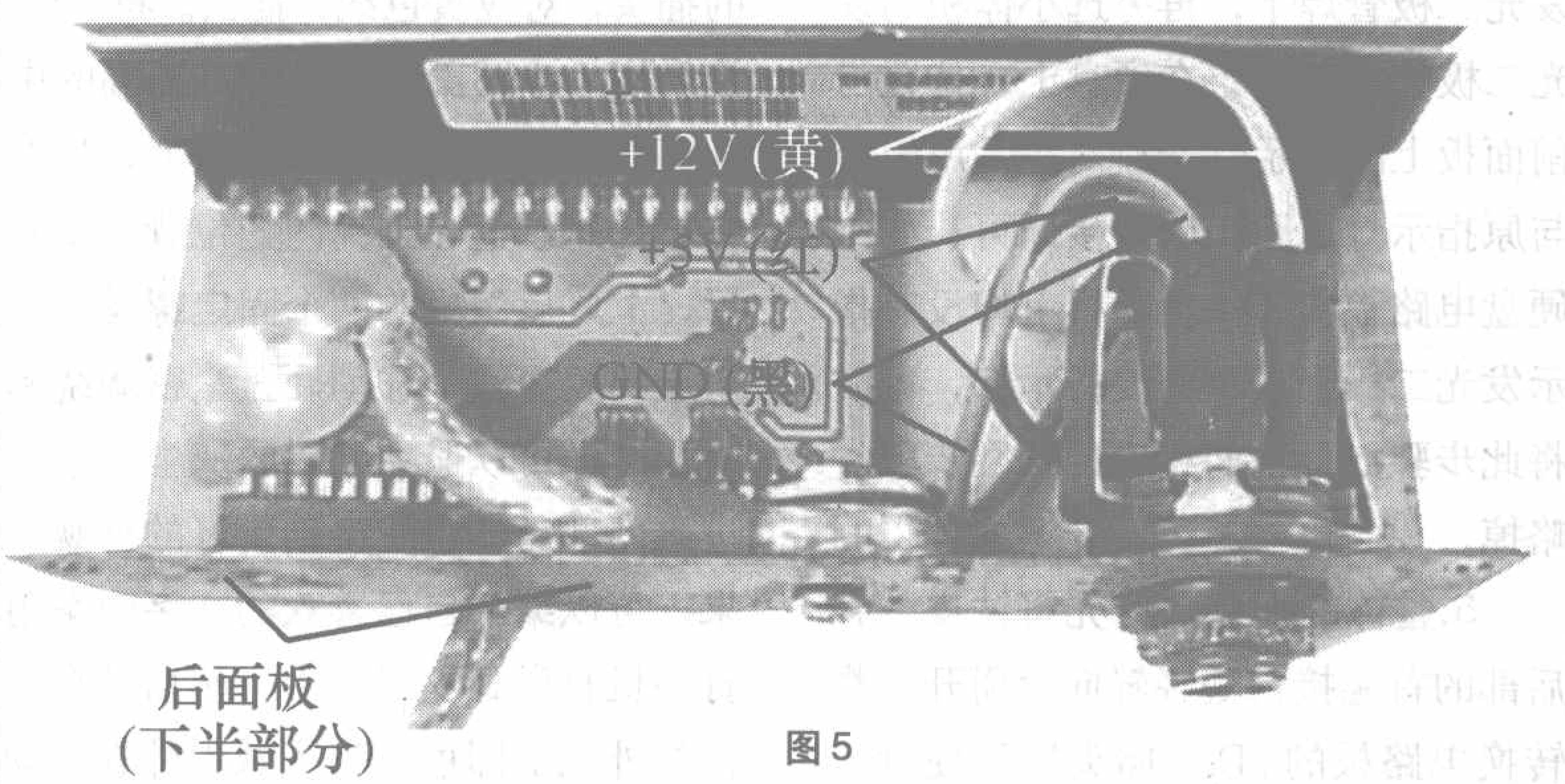


图5

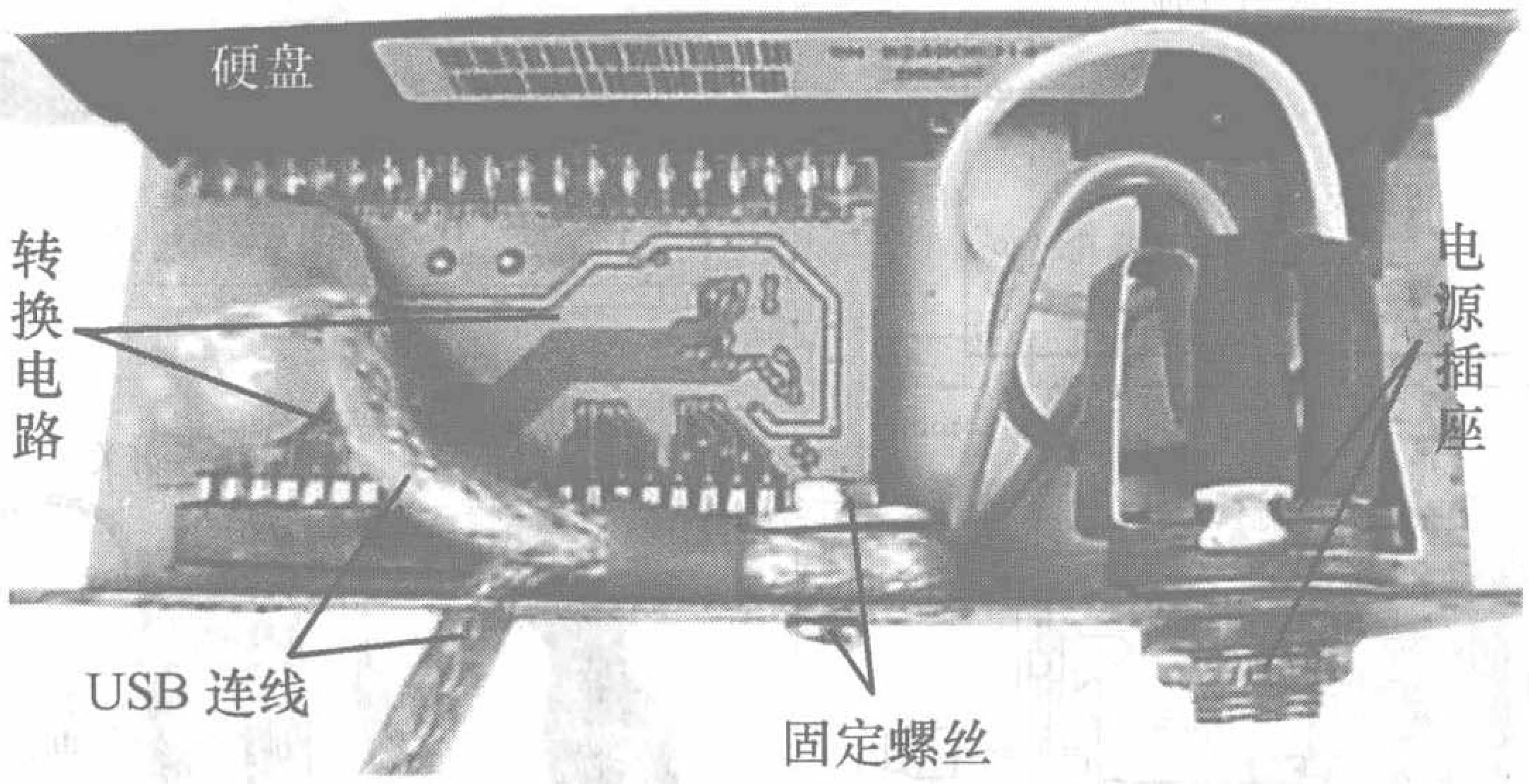


图8

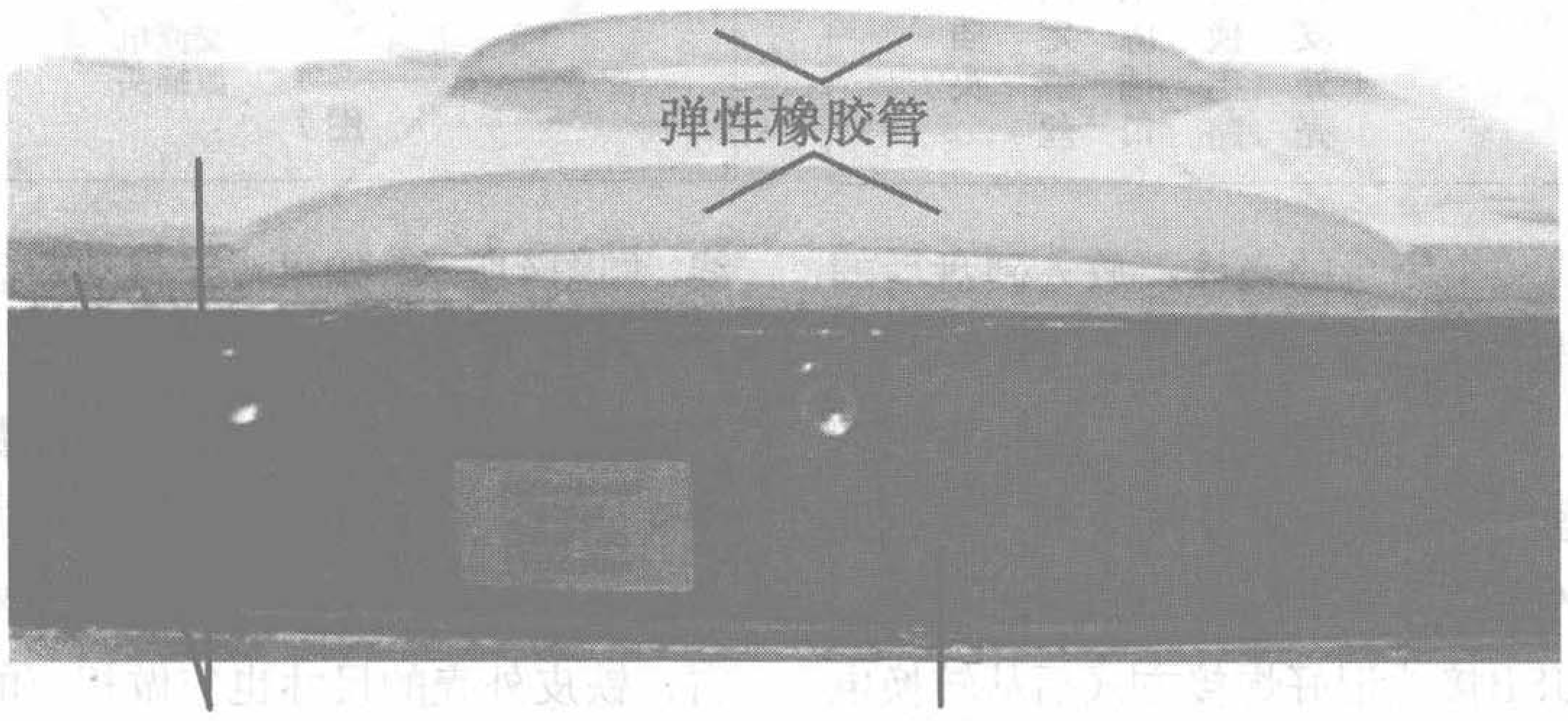


图9

序千万不要焊错，要保证电源插头插入插座后辅助电源能够提供给硬盘相应的+5V、+12V电源，否则将会烧毁硬盘电路。将交流电源输入线其中的一股断开加入一小开关，这样在使用硬盘时可以非常方便地控制移动硬盘的电源接通和断开，如图6、图7所示。

4.硬盘指示灯的改造：先将原硬盘电路板（或转换电路板）上的指示发光二极管焊下，再另选小体积的发光二极管用胶固定在硬盘上，位置与前面板上的指示灯开口对应，用引线与原指示灯电路正确连接即可。如果硬盘电路板和转换电路板上均没有指示发光二极管或不需要指示灯，可以将此步骤以及前面相应的钻孔步骤省略掉。

5.整体的安装：首先将铁皮外壳后部的首尾接合处轻轻向上掰开，将转换电路板的IDE插头插到硬盘的IDE插槽里，再将它们从外壳的侧面小心地装入外壳内，要注意硬盘、转换电路板与外壳的绝缘。然后将后面板上的电源插座上的连线的弹性触头插入硬盘后部电源插座的对应的地线（中间的两个插头，对应标准硬盘电源插头线中的两根黑色线，只插任意一根即可）、+5V（靠近硬盘内侧的插头，对应红色线）、+12V（靠近硬盘外侧的插头，对应黄色线）插头。将USB连线绕个小圆圈，将螺丝从圆圈的中间穿过加垫圈固定在后面板上，如图8所示。将硬盘在外壳内的位置调整好后，上好后面板的两个固定螺丝，再用透明胶将整个移动硬盘紧密缠绕起来，这样可以避免外界的灰尘、水汽进入内部。如果想得到更好的外观效果，可以编辑自己喜欢的文字图案用打印机打印到不干胶上，然后贴在硬盘的外壳上即可。为了减少外界震动对硬盘的影响，用透明胶将两段和硬盘长度相同的富有弹性的橡胶管粘在外壳下部，笔者选用学生化学实验时用到的黄色橡胶管，防震效果极佳，同时又没有增加硬盘的总体体积，如图9所示。

使用方法

使用时应该严格遵循以下步骤，否则将可能导致器件的损坏：

1.将直流电源插头插入硬盘的电源插座。

2.接通交流电源给硬盘供电。

3.将USB插头插入主机。

4.进行数据的存入和读出。

5.使用完毕后先将移动硬盘利用系统的安全删除硬件功能从与主机的连接中退出。

6.拔下USB插头。

7.关闭移动硬盘的供电电源。

8.将直流电源插头从移动硬盘的后面板插孔中拔出。

在使用中还要特别注意以下2点：

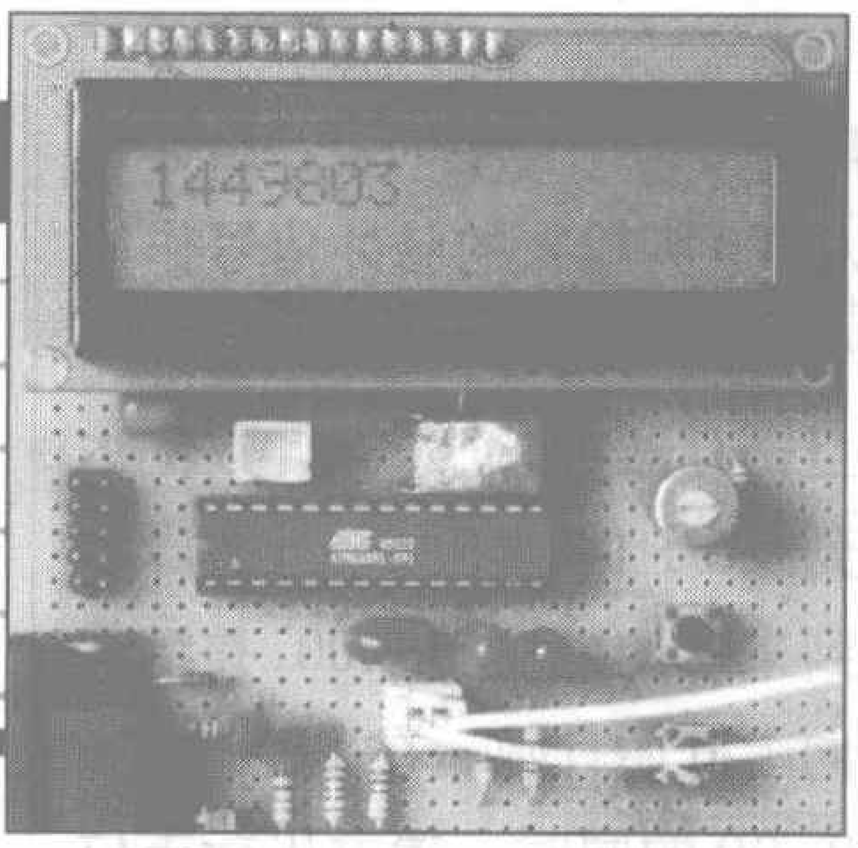
1.在220V电源接通的情况下，绝对不能插入或拔出移动硬盘后面板上的电源插头，因为在拔出或插入的运动过程中插头的各个触点会有一段时间被插孔的地线部分所短路，这样将可能烧坏辅助电源。

2.硬盘运转的过程中，或者关闭硬盘电源但硬盘尚未完全停止转动的时间内不要移动硬盘；使用携带过程中严禁剧烈震动硬盘，做好这一点对于保证数据的安全非常重要。

本移动硬盘利用手中闲置的4.3G硬盘加上48元的转换电路板，2元的铁皮，1元的透明胶制作而成，携带时除了笔者的衬衣口袋无法装下外，其他的衣服口袋都可以，也是很方便的。笔者用其来复制学校课堂教学影像资料，存储高清晰电影、连续剧等大容量数据资料都得心应手，使用至今一年有余一直表现良好，读者朋友不妨一试，亲手打造自己的超大容量移动数据库！

跟我做AVR单片机实验

用单片机做数字频率计



文/吴汉清

频率是指周期性信号在单位时间(1s)内变化的次数，测量频率的仪器叫频率计。这一讲的实验主要介绍怎样用ATmega8和LCD1602液晶显示器组成数字频率计，频率测量范围为1Hz～4MHz，通过实验和学习使大家掌握ATmega8的定时器/计数器的功能和基本使用方法。

一、频率测量原理

频率测量有计数法和测量周期法这两种方法。计数法是在一定时间间隔*T*内计得信号重复变化的次数*N*，根据公式$f=N/T$就可以计算出频率，为了方便时间间隔*T*通常取1s，这样计数的结果就是频率；测量周期法是先测量信号的周期，再根据公式$f=1/T$即可计算出频率。上述两种测量方法各有优劣，为了提高测量精度，一般当信号频率较高采用计数法测量，而当频率较低时，由于计数法有±1的误差，这会引起较大的相对误差，因此在这种情况下就要采用测量周期法。本文为了简便只介绍计数法一种方法。

二、ATmega8的定时器/计数器

ATmega8单片机有3个定时器/计数器：两个8位的T/C0和T/C2，一个16位的T/C1。和51系列单片机不同的是这些定时器/计数器除有通常的定时和计数功能外，还具有捕捉、比较、PWM输出和实时时钟计数等功能。本文的实验中只用到T/C0和T/C1的计数和定时功能。

下面就实例编程中要用到的有关知识对T/C0和T/C1的有关功能进行介绍，读者在学习时参照配套程序的相关内容可加深理解。

1.8位的定时器/计数器T/C0

T/C0和T/C1都可以独立的通过预分频器将单片机的时钟频率分频后得到时钟源，也可从外部引脚输入时钟源。预分频器结构见图1。

(1) T/C0控制寄存器TCCR0

TCCR0的定义见表1。

TCCR0中的CS02～CS00这三个标志位用于选择时钟源，即确定预分频器的分频系数，默认值为0，其定义

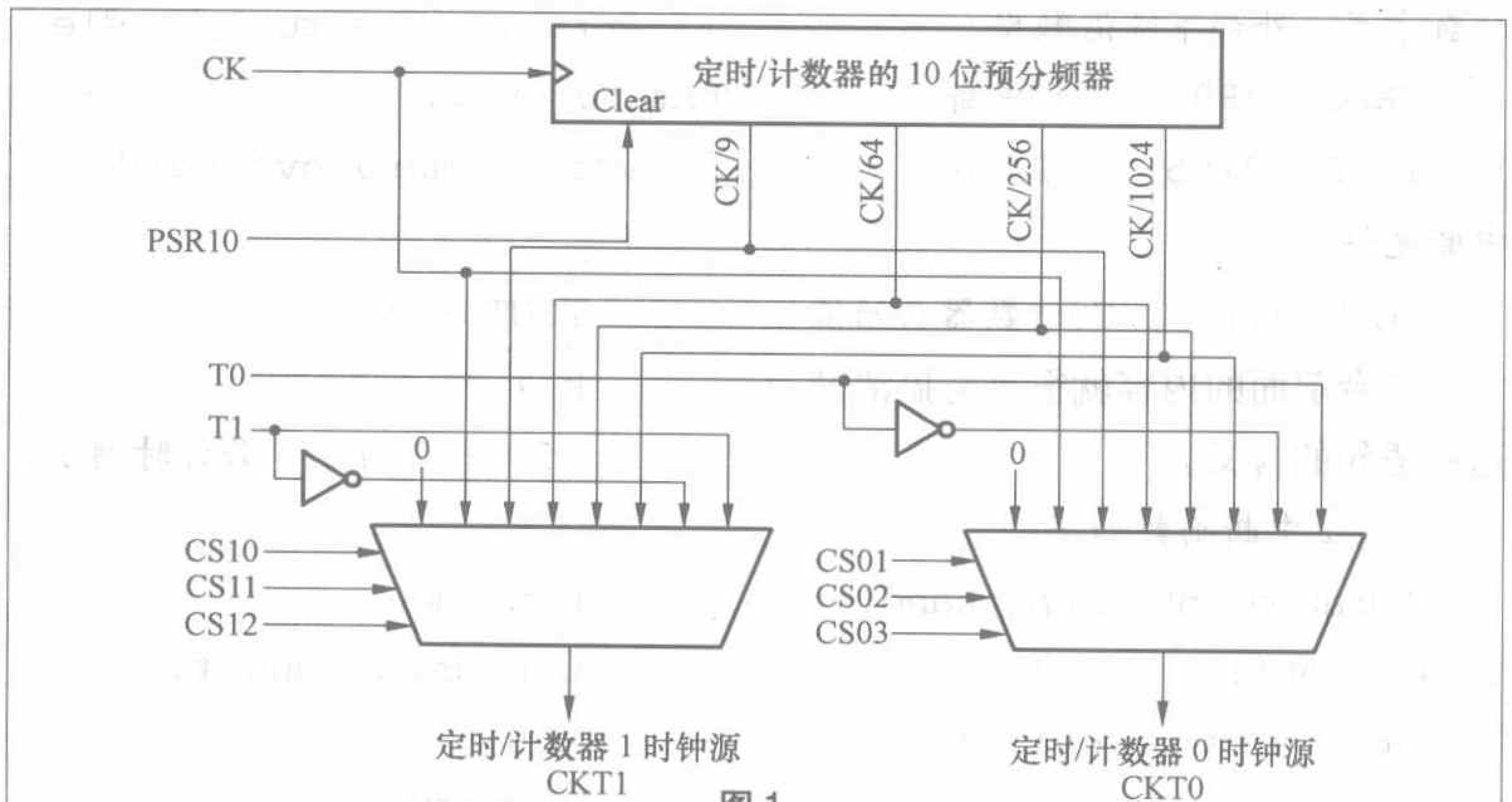


图1

表1

位	7~3	2	1	0
TCCR0	–	CS02	CS01	CS00

见表2。当选择使用外部时钟源时，在T0引脚上的逻辑电平的变化会驱动T/C0计数，这个特性使用户能通过软件来控制计数。

表2

CS02	CS01	CS00	说明
0	0	0	无时钟源（停止T/C0）
0	0	1	CK（系统时钟）
0	1	0	CK/8
0	1	1	CK/64
1	0	0	CK/256
1	0	1	CK/1024
1	1	0	外部T0脚，下降沿触发
1	1	1	外部T0脚，上升沿触发

(2) T/C0计数寄存器TCNT0

TCNT0是8位寄存器，其初始值为0x00，能直接进行读写访问，是T/C0的计数值寄存器。

(3) T/C0中断屏蔽寄存器TIMSK

TIMSK的定义见表3。

表3

位	7	6	5	4	3	2	1	0
TIMSK	OCIE2	TOIE2	TICIE1	OCIE1A	OCIE1B	TOIE1	–	TOIE0

TOIE0是T/C0溢出中断允许标志位（TOIE1是T/C1溢出中断允许标志位），当TOIE0被设为1，且状态寄存器SREG中的全局中断允许I位被设为1时，将使能T/C0溢出中断，若T/C0发生溢出时（TOV0=1），则执行T/C0溢出中断服务程序。

(4) T/C0中断标志寄存器TIFR

当T/C0产生溢出时，TOV0=1位被设置为1。当单片机转入执行T/C0溢出中断服务程序时，TOV0由硬件自动清零。

T/C0对每一个时钟CKT0加一计数，CKT0的来源由标志位CS02～CS00设定，当T/C0选择内部时钟源

时，可用来作定时器；当选择从T0脚输入的脉冲信号作信号源时，可用来当计数器。一旦寄存器TCNT0的计数值达到0xFF时，下一个计数脉冲到来时便恢复为0x00，并继续向上开始计数。在TCNT0为0x00的同时，置溢出标志位TOV0为1，申请中断。当T/C0选择内部时钟源时，可用来作定时器；当选择从T0脚输入的脉冲信号作信号源时，可用来当计数器。在T/C0作定时器时，可以通过设置TCNT0的初始值和标志位CS02～CS00设定分频系数来设定定时时间。

2. 16位的定时器/计数器T/C1

T/C1的中断屏蔽寄存器TIMSK、中断标志寄存器TIFR和T/C0使用同一个寄存器，有关标志位TOIE1、TOV1的定义和T/C0相应标志位的定义相同。T/C1除了具有T/C0的功能外，还有一些特殊的功能。

T/C1的控制寄存器有两个：TCCR1A和TCCR1B，TCCR1A主要用于T/C1的输出比较和PWM功能设定。TCCR1B主要用于T/C1输入捕获和时钟分频系数设定，TCCR1B的定义见表4。

表4

位	7	6	5	4	3	2~0
TCCR1B	ICNC1	ICES1	-	WGM13	WGM12	CS12~CS10

由于T/C1的时钟源与T/C0的时钟源相同，因此标志位CS12～CS10和T/C0的标志位CS02～CS00的定义方法相同。

因为T/C1是16位定时器/计数器，因此T/C1的计数寄存器由TCNT1H和TCNT1L这两个8位寄存器组成，TCNT1H存储高8位，TCNT1L存储低8位。TCNT1H和TCNT1L的初始值均为0x00，能直接进行读写访问。

T/C1用来作定时器、计数器的方法和T/C0相似。

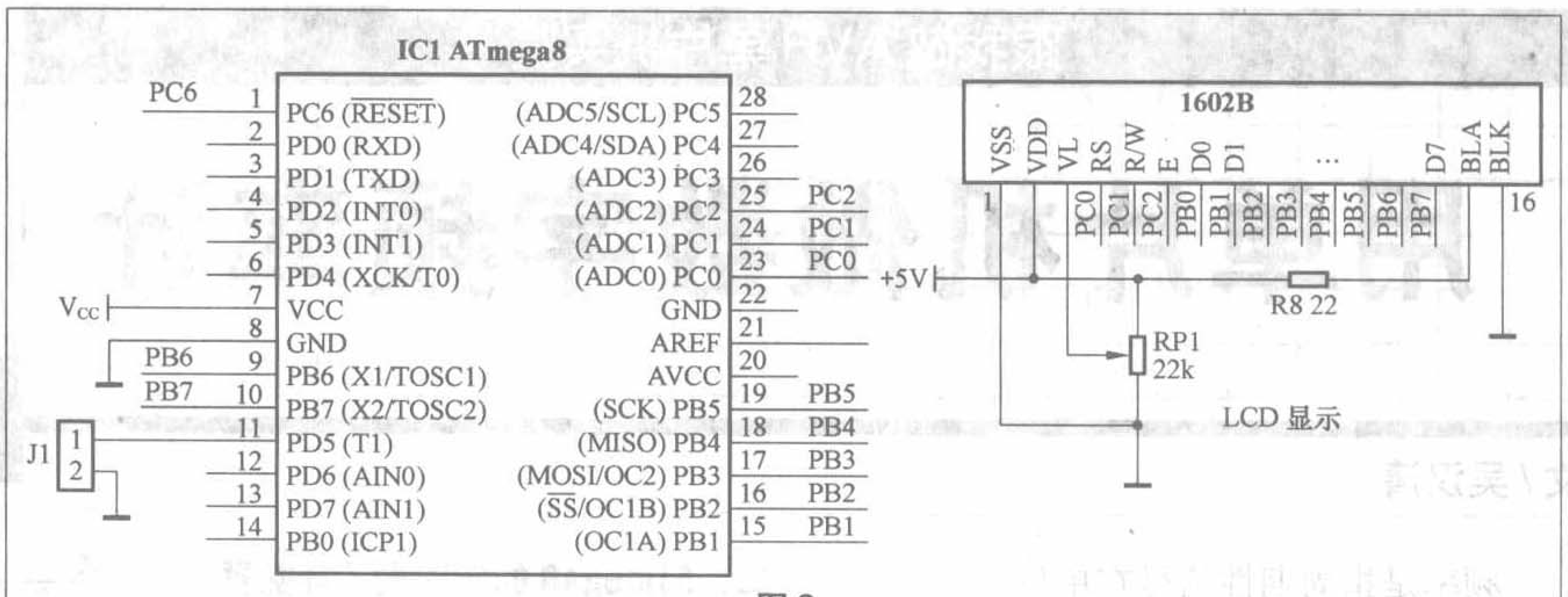


图2

三、数字频率计实验

1.实验电路

数字频率计主要由单片机ATmega8和液晶显示器LCD1602组成，采用七位数码显示。

实验板上与数字频率计有关的电路部分见图2，脉冲信号通过J1输入ATmega8的T1脚，频率测量结果通过LCD1602显示。

2.程序设计

程序有主函数、初始化函数、T/C0中断函数、T/C1中断函数、计数值处理函数、LCD显示函数和延时函数等部分组成。

程序中T/C0作定时器，定时时间为1秒。T/C1作计数器，记录由T1脚输入的脉冲数。初始化函数中关于定时器/计数器设置的语句如下：

```
TCCR0=0x05; //T/C0工作于定时方式，内部1024分频
TCCR1B=0x06; //T/C1工作于计数方式，外部下降沿触发
SREG=0x80; //开中断
TIMSK=0x05; //T/C0、T/C1中断允许
TCNT0=4;//T/C0计数器初始值
```

结合前面的内容就很容易搞清楚这些语句的含义。

T/C1中断函数如下：

```
#pragma interrupt_handler Timer1_ovf:9
void Timer1_ovf(void)
{ n++;}
```

上面程序第一行中的数字9是中断向量，一旦T/C1的计数寄存器的计数值达到0xFFFF时，即申请中断通过中断向量转移到执行此中断函数。由于T/C1中断一次最多要输入65535（即0xFFFF）个脉冲，如果仅用它作为计数器，能记录的脉冲数最多只有65535个，也就是说用1秒作为计时单位能测量的最高频率为65535Hz。为了解决这一问题引进一个计数变量n，使得T/C1每中断一次n的值都加1，这样每过1s只要计算65535×n+T/C1的计数寄存器计数值就能得到脉冲信号的频率了。

T/C1根据程序的设定在T1的下降沿对外部脉冲信号进行采样，为了确保对外部时钟的正确采样，要保持外部信号的转换时间至少为一个时钟周期。因此对于ATmega8的时钟频率为8MHz，假设输入的脉冲信号为方波，则能测量的最高频率为4MHz。

T/C0中断函数如下：

```
#pragma interrupt_handler Timer0_ovf:10
void Timer0_ovf(void)
{
  TCNT0=4;
  k++;
  if(k==31) //若计时满1s
  {
  uint m;
  unsigned long f;
  k=0;
  m=TCNT1L;
```

```
    m=(TCNT1H<<8)+m; //取T/C1 n次计数后计数的尾数
    TCNT1H=0;
    TCNT1L=0;
     f=(unsigned long)65536*n+m; //取频率值
    Process(f,Data);    //计数值处理
    Display(0,0,Data);  //显示
    n=0;
   }
  }
```

这一段程序主要有两个功能：一是作1秒钟定时器，二是进行数值计算并调用显示函数显示频率。

实验板上ATmega8的时钟频率为8MHz，一个时钟周期只有0.125μs，T/C0计数寄存器TCNT0计满256（即0xFF）个脉冲的时间也只有3.2ms，达不到1s定时的要求，为此采取两个措施解决这一问题，一是通过对标志值CS02~CS00的设置将时钟信号进行1024分频后再作为计数脉冲，从而延长脉冲周期；二是引入变量k对T/C0的中断次数进行计数，使得T/C0每中断一次k的值加1，这样总的延时时间为T/C0的定时时间和k的积。通过计算，我们取TCNT0的初始值为4，即TCNT0计满242个就产生一次中断，当k累加到31时所需的时间约为1s，即(1024/8000000)×252×31=0.999936(s)≈1s，因此每过1s（即k累加到31）读一次总的脉冲数即可得到脉冲信号的频率。

3.频率测量

用下载线把配套程序的目标文件写入实验板上的ATmega8，接通实验板的电源，把一个输入幅度约5V的脉冲信号送到J1接口，就可以在LCD1602液晶显示器显示出频率值。如果没有信号源，可以自己按图3用非门制作一个信号发生器供测试用。

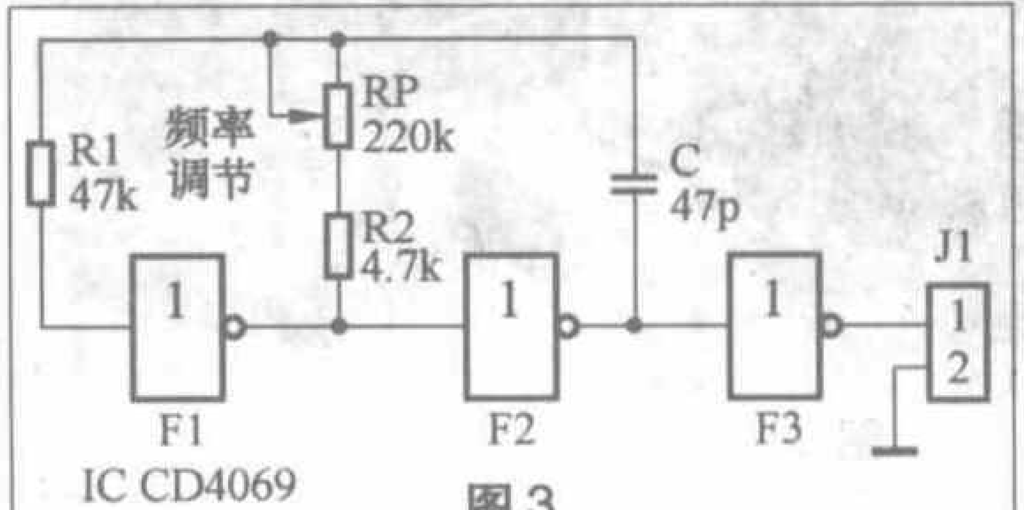


图3

在实际使用中由于被测信号往往幅度较小而且波形不规则，这时候必须加一个输入信号处理电路，其作用主要是对信号进行放大和整形。图4提供了一种用非门制作的电路。图3和图4两个电路可以用一个六非门电路CD4069做在一起，使用5V电源。

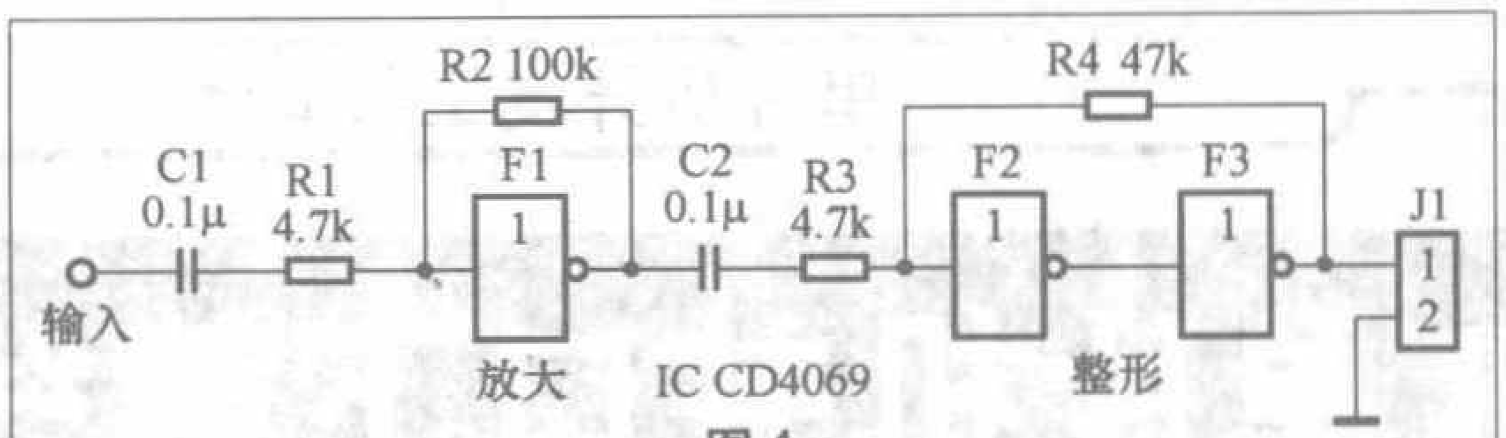


图4

需要说明的是由于实验板上的ATmega8使用内部RC振荡器作时钟源，因此这个数字频率计的精度较低，如果要提高测量精度必须使用外部晶振作时钟源。

本文的配套源程序和相关资料见本期配刊光盘。

单片机编程技巧

C51编程技巧

文/朱万飞

1.定义的变量不要太多。低128位为用户定义变量的存放区域（默认时），也可把变量放在高128位，但容易出错，尽量少放，最好不放。通过*.M51可以查看内存变量的存放，最好不要超过110个字节，否则程序无法运行或出错。

2.如一个变量多处使用可定义为全局变量。如循环变量i、j，尽量减少参数传递。

3.静态变量最好放在程序存储区，用code定义。

4.变量应定义为无符号数，像标志位等仅占一位的变量应定义为bit。

5.子程序在main()主程序之后的应事先声明，放在前面的不用声明。

6.变量、子程序定义但没使用，系统给出警告。

7.虽然局部变量和全局变量不同名，但运行时可能被全局变量改变。

8.程序在编译后，有可能产生非常大的文件。比如原来5k，编译后变成10k，这是C汇编时程序空间分配太随意造成的。可首先屏蔽一部分程序编译，然后再去屏蔽再编译，可恢复，或一部分一部分复制到另一个文件中编译。

9.如产生脉冲信号用到定时器，要去掉脉冲信号时，应先关定时器，再按要求把电平置为高电平或低电平。

10.可使用软件实现“看门狗”功能。比如：一个程序运行一个循环需要50ms，则定时器可定为100ms，当超过100ms时，程序将复位，在程序循环最下面都重装定时器或重置定时器参数。

11.为了提高所求值的精度，可多次测量，然后排序，去掉最大值和最小值，求平均值，或直接求平均值。

12.可使用一个定时器进行多个定时。一般来说，两个定时器对大一点的程序就不够用了，假如几个定时时间分别为10ms、200μs、50ms，则定时值可定为200μs，另设两个变量即可。在需要多个定时时，找到它们的最小公约数定时即可。

13.我们往单片机中写程序时，写的是*.HXH，不要被它的大小所迷惑，对于8k的单片机，小于20k的程序都可写进去。

单片机开发工具DIY

AVR单片机并口下载线的制作

文/邵子扬 吕益光

在对AVR单片机的学习和开发过程中，经常需要将程序下载到单片机中。并口编程器价格昂贵，一般都在1000元~5000元之间，这对于初学者和业余爱好者来说是一个较大的负担，而且也不方便对贴片型号的单片机编程。本文介绍一种成本低廉、电路简单、使用方便的并口下载线的制作方法，并且该下载线能够适用于在2.7V~5.5V宽电压范围内工作的单片机。

AVR单片机支持通过串行方式进行在线编程（ISP），通过ISP方式就可以对绝大部分AVR单片机进行在线编程，实现对单片机的Flash、EEPROM、锁定位和熔丝位的修改，既简单方便，又十分经济。自制一根这样的并口下载线，只需要几元钱。

整个编程器的硬件电路图如图1。硬件电路很简单，主要使用了74HC244芯片以及电阻、二极管和电容各一个。IC1 74HC244是一个三态输出的数据缓冲器和驱动芯片，用于转换输入、输出的信号电平，从而保证单片机与计算机间通信的准确性，同时也使得该下载线能够适用于宽电压工作的AVR单片机（所以这里不能使用74LS244）。电容C1起退耦作用，使IC1可以稳定工作。VD能够防止意外情况下（比如接线错误）输入负电压损坏IC1和计算机的并口。R1是上拉电阻，保证输入信号的稳定。

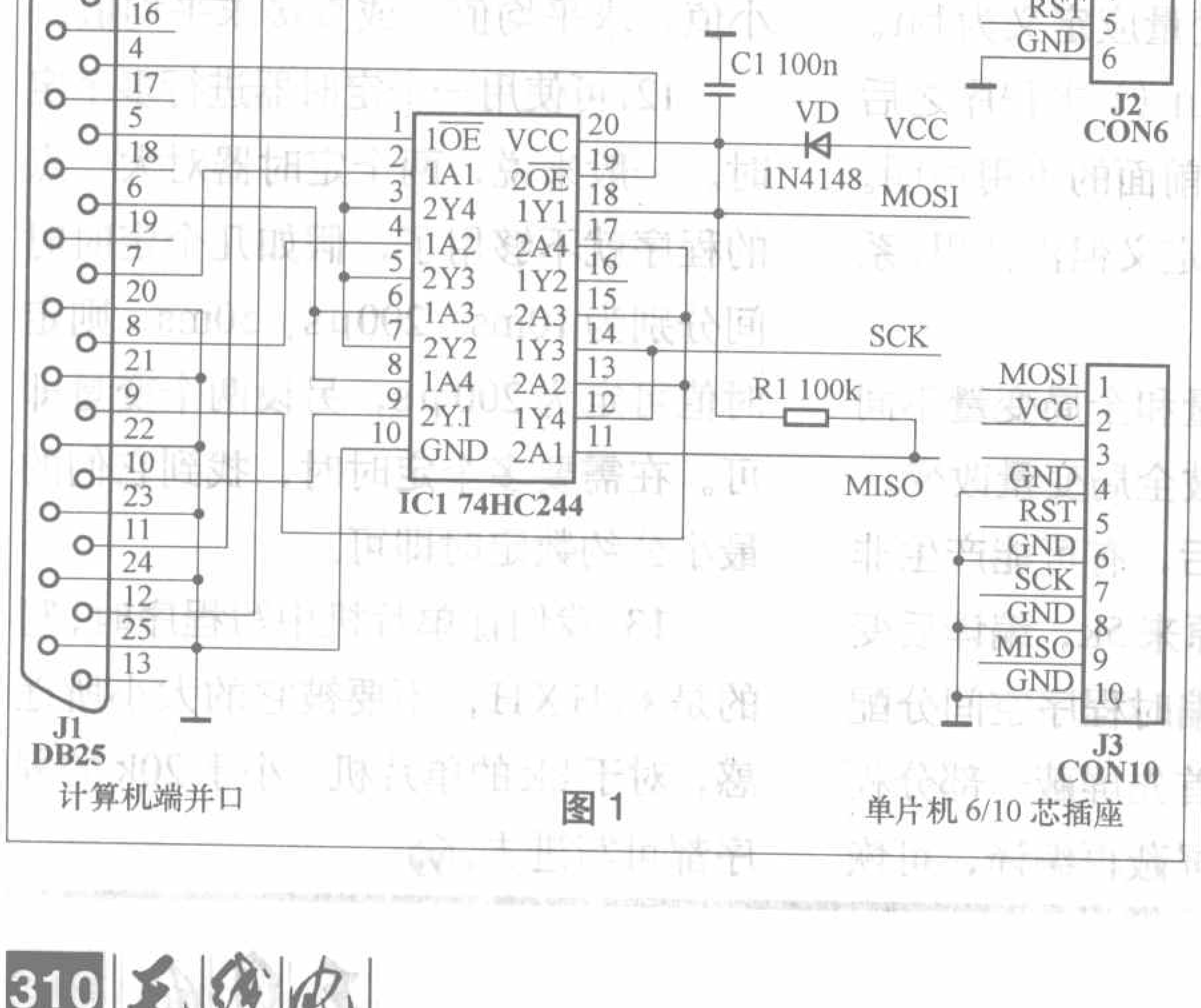


图1

编程接头需要连接数据线MOSI和MISO、时钟SCK、用户电源VCC、地线GND以及复位信号RST等。对于AVR单片机，标准的连接方式有两种：6芯和10芯接口（见图1中的CON6与CON10）。6芯接头的体积小，但是连接器不常见；10芯的是标准接头，容易购买，但是引脚数较多。读者可以根据自己的需要任选其中的一种连接方式。也可以将两种接头同时放上，这样可以适应不同的情况。

实际制作中，编程器通过并口连接计算机，待写入程序的单片机通过6芯或10芯接口与编程器相连。以ATmega8芯片为例，各引脚的对应关系为：RST对应于第1脚，MISO对应于第18脚，MOSI对应于第17脚，SCK对应于第19脚，GND对应于第22脚，VCC对应于第7脚。其他类型的单片机请自行参考相应的数据手册。

因为所用元件很少，所以所有的元器件都可以在一个并口线盒中直接焊接，甚至不需要专门的电路板。在制作时要注意，由于空间较小，各个管脚、线头之间不要短路。由于电路较简单，制作完成后一般无需调试即可使用。笔者自制的并口下载线如图2所示，读者可作参考。

软件编程操作

并口下载线制作完成以后，就可以用它来下载程序到单片机了。常用的下载软件有PonyProg、AvrDude和SLISP等。其中，广州天河双龙有限公司开发的MCU在系统编程软件SLISP操作起来比较简单，这里我们就以该软件为例介绍单片机程序下载的方法。

软件安装完成后运行的界面如图3所示。其中需要注意的地方已用方框标注出来。在“通信参数设置及器件选择”一栏中，LPT1表示所选的是并口1，后面选择TURBO，最后一栏读者可以根据自己所用的芯片去选择，笔者这里用的芯片是ATmega8。“FLASH存储器”一栏中，点击

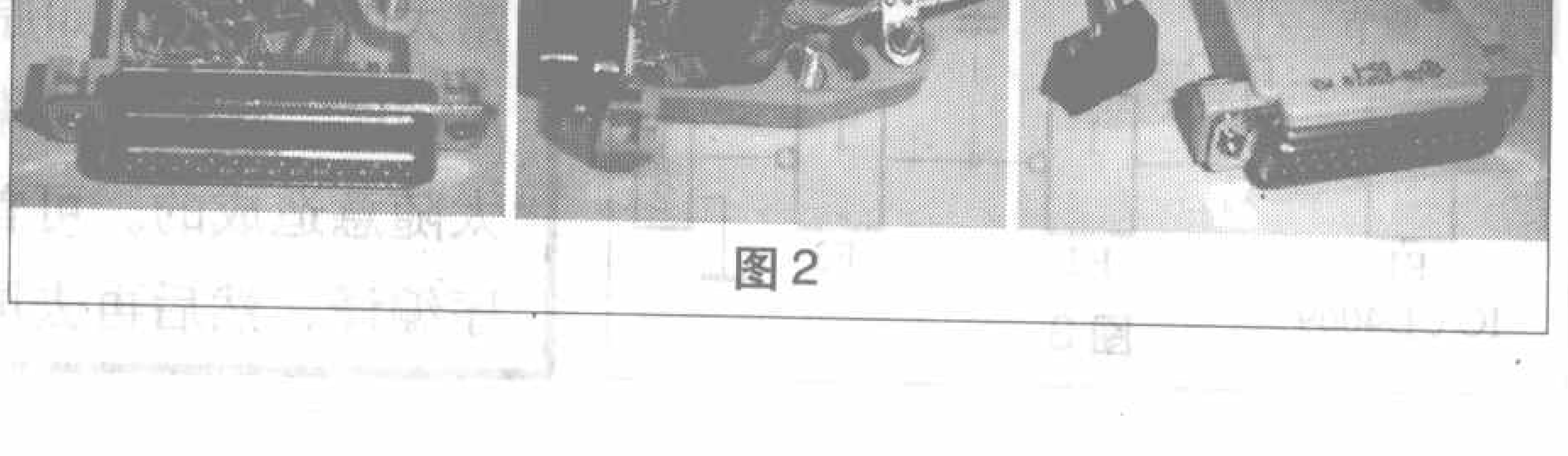


图2

虚拟仪器DIY

用电脑声卡做音频函数信号发生器

文 / 李朝友

虚拟仪器指的是，在电脑的基础上外加很少的硬件，或不另加任何硬件，通过软件就可实现某种仪器的功能。本文介绍笔者设计的音频函数发生器虚拟仪器，可以让电脑通过声卡输出各种波形波的音频信号，除了同一般音频信号发生器一样能输出正弦波音频信号以外，还能输出一些其他波形的音频信号，如方形波、锯齿波、三角波、以自然数为底的指数波、以自然数为底的对数波和任意次幂的幂函数波。如果对左右声道分别编程，就可以使声卡左右两个声道同时或分别输出不同频率的或相同频率的、不同幅度或相同幅度的函数波音频信号。

该程序用VC++6.0设计，其界面是标准的Windows界面，见附图。下面就介绍该程序的特点及其使用方法。

一、对电脑和运行环境的要求

对电脑的要求是CPU为486及以上的PC，操作系统是Windows98/2000/xp，当然还要安装好声卡硬件及其驱动程序。

二、功能

1.输出的波形：正弦波、矩形波、锯齿波、三角波、以自然数为底的指数波、以自然数为底的对数波和任意次幂的幂函数波；

2.频率输出范围：1Hz～20kHz；

3.输出幅度调节范围：0～255级；

4.声卡采样频率设置范围：8000Hz、11025Hz、22050Hz、44100Hz、48000Hz、64000Hz、88200Hz、96000Hz；

5.输出方式：a.不间断地连续输出；b.定时输出，持续输出时间设置范围：1s～5h。

三、程序使用方法

打开资源管理器，把本期配刊光盘中笔者提供的可执行文件LcyAudioFunction Generator.exe复制到电脑中某个文件夹内，用鼠标左

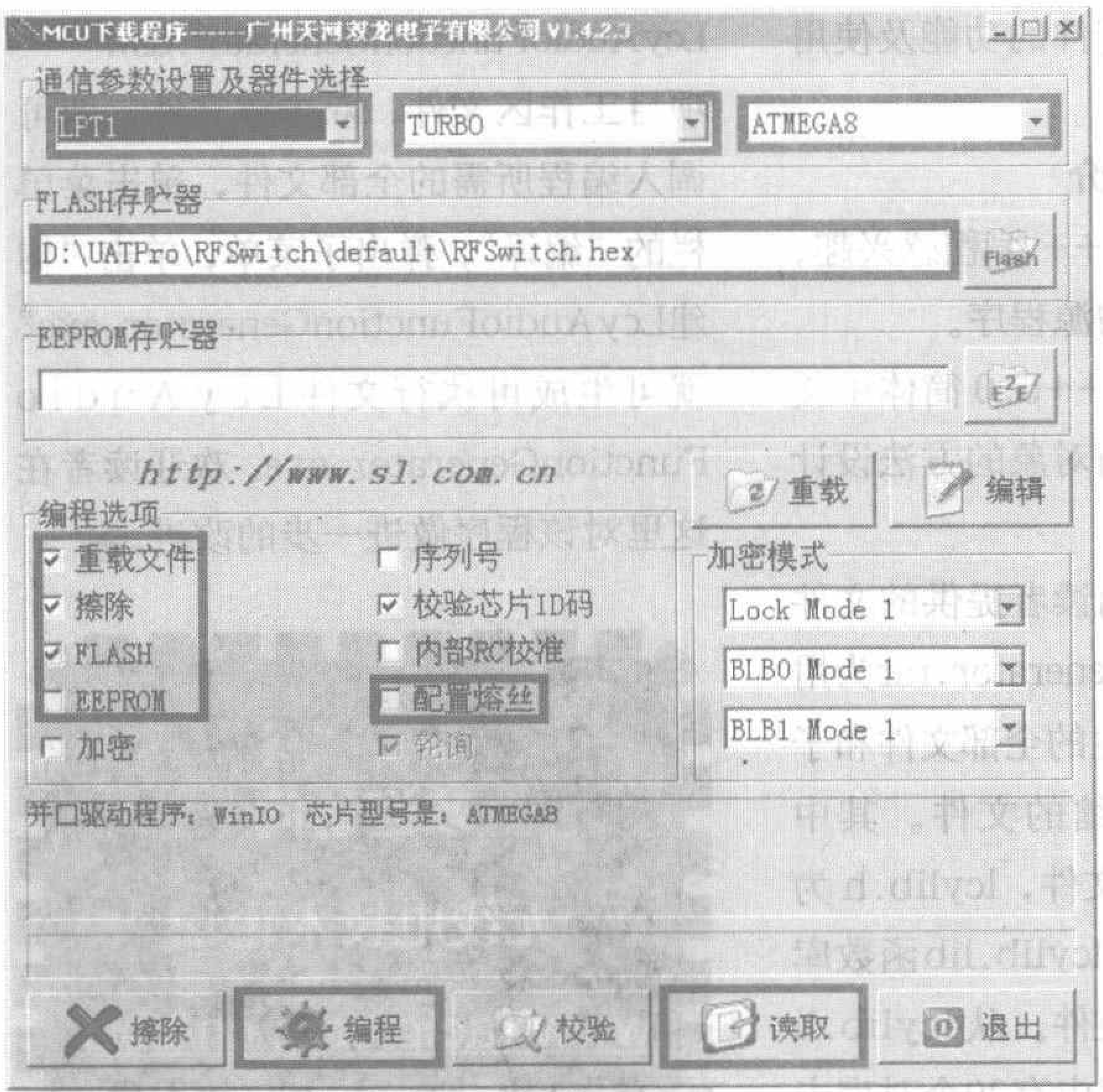


图3

“FLASH”按钮，将弹出选择文件的复选框，选中要写入单片机的hex文件即可。对下面的“编程选项”选项组，读者可以按照图3中所示的选项去设置。其中尤其要注意的“配置熔丝”这一项，请根据自己所选用的芯片和编程模式作正确的配置。其余选项按其默认的选择即可。

各选项配置完成后，通过我们自制的并口下载线将计算机和单片机连接起来，然后点击“读取”按键，单片机内部的数据就能够正确的读出来了；点击“编程”，相应的数据也会写入单片机中。这就可以验证了我们自制的并口下载线是否成功。这种下载线的成功率一般还是比较高的，笔者自制了几根都是一次成功。如果存在问题，请检查一下焊接时是否有短路的地方，各选项是否正确配置等等，问题一般很容易就解决了。

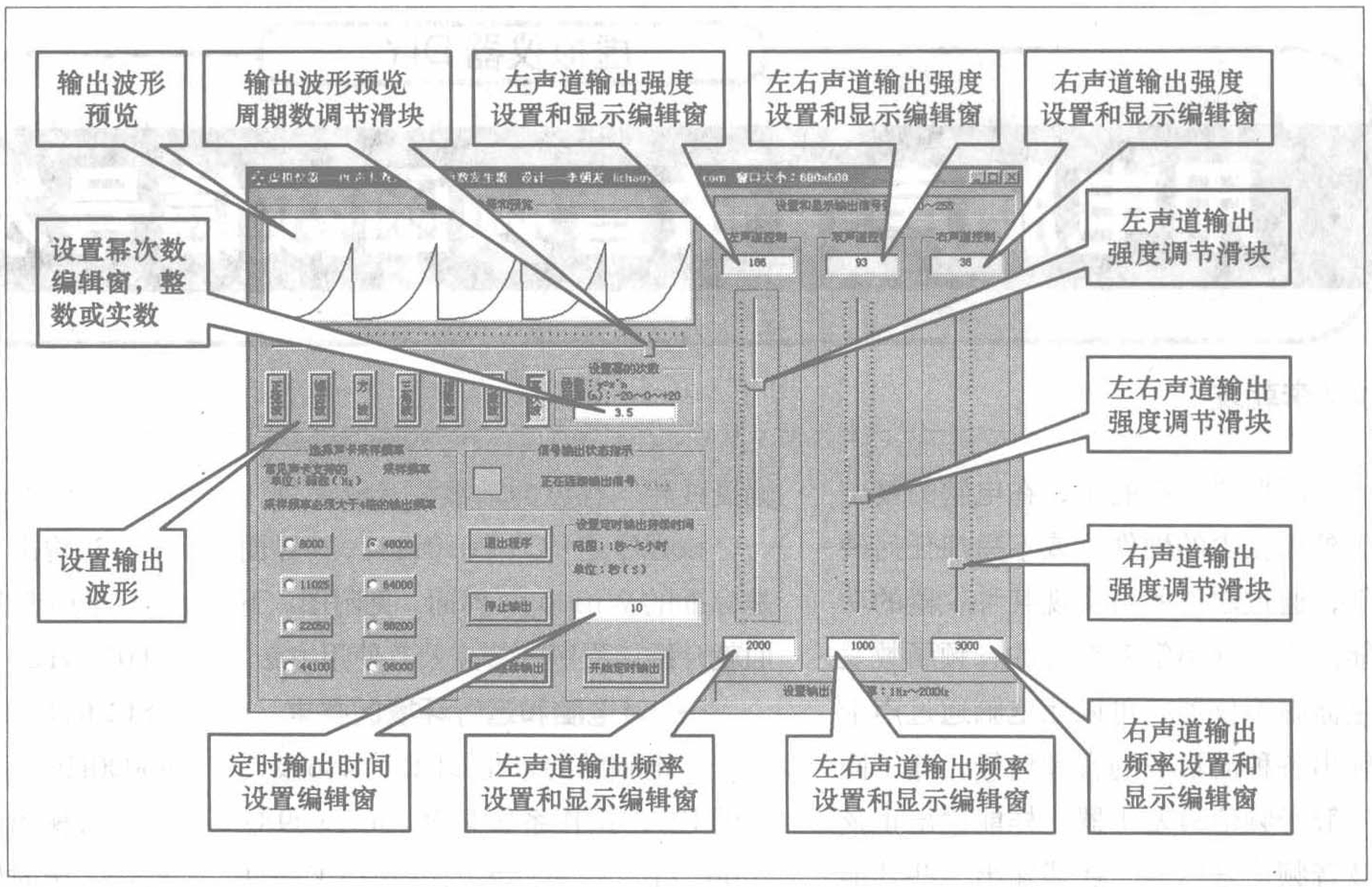
本文中所提到软件的下载地址：

SLISP：http://www.sl.com.cn/down/download/avr/SLISP_V1527.rar

PonyProg 英文版：http://www.lancos.com/e2p/V2_06/ponyprogV206f.zip

PonyProg 中文版：http://www.lancos.com/e2p/V2_05/PonyProg2000-Chinese.zip

AvrDude：http://www.fcdpj.com/Up_files/down/10/avrdude-5.0-w32.zip



键双击该文件名即可运行该程序。然后根据程序界面的汉字提示进行操作，声卡的左右声道就能同时或分别连续地输出上述的各种音频信号了。

注意对不同的声卡，需要在程序中选择不同的采样频率。如果发现信号输出有间断的现象，那是该设置有问题：一是设置的值太高，该声卡不支持，如某声卡最高支持采样频率为22050Hz，而你却设置成44100Hz，超过了该声卡支持的最高采样频率；二是设置的采样频率虽然没超过该声卡支持的最高采样频率，但设置的频率值该声卡不支持。遇到这种情况需重新设置采样频率，最好设置成该声卡支持的最高频率值，这样能使输出信号的质量最佳，该值可从声卡的说明书得到。如果不知道该声卡支持的最高频率值也不要紧，程序运行后，界面上提供了几个数据，他们是绝大多数声卡都支持的采样频率值，你可选择一个使你的声卡能连续地输出信号的最高值。

信号输出的质量与采样频率／输出频率的比值有关，比值越大，质量越高；比值越小，质量越低。为使输出的信号不产生严重的失真，该比值要大于4。声卡质量越高，其支持的采样频率越高。所以，高质量的声卡比低质量的声卡能输出更好质量的信号。

声卡的地址和中断号等信息由程序自动识别，用户不用干预。

如果要在每个声道同时输出多种频率的混合信号，可多次运行该程序，即双击该程序的可执行文件，运行一次程序，使声卡按照你的设置方式输出信号，不关闭该程序。双击该程序的可执行文件，再运行一次程序，使声卡按照你的第二种设置方式同时输出信号。这样，就可同时输出两种频率的混合信号。按照上述操作方式多次运行该程序，就可同时输出多种频率的信号。

界面上的各种控件的功能及使用方法，如附图所示。

四、编程方法简介

如果读者对VC++编程感兴趣，可以参考笔者提供的源程序。

该程序是在VC++6.0简体中文企业版环境中用面向对象的方法设计编译的。

本期配刊光盘向读者提供的文件LcyAudioFunctionGenerator.rar为用VC++6.0编程后产生的全部文件和子目录经净化后再压缩的文件。其中lcylib.lib为函数库文件，lcylib.h为函数库头文件，它是lcylib.lib函数库文件里函数的说明文件。从lcylib.h文件中可看出函数库中有20个对声卡操作的函数，读者可利用这些函数对本文提供的程序做进一步的改进或设计新的程序。

具体的使用方法是，把LcyAudioFunctionGenerator.rar文件解压到某个新建的文件夹里，运行VC++6.0软件，单击该软件界面左上角的“文件”菜单项，弹出子菜单，单击“打开工作区”，出现对话框，在搜寻栏中找到新建的文件夹，单击该文件夹，出现LcyAudioFunctionGenerator.dsw——项目工作区文件，双击该文件，即可调入编程所需的全部文件，单击菜单栏的“编译”，弹出子菜单，单击“构建LcyAudioFunctionGenerator.exe”就可生成可执行文件LcyAudioFunctionGenerator.exe。欢迎读者在这里对该程序做进一步的改进。

欢迎访问
无线电技术论坛
www.radio.com.cn/bbs/
——无线电爱好者的网上乐园

单片机液晶显示技术入门与提高

用单片机控制液晶显示模块LCD1602

文/赵 亮

液晶显示模块具有体积小、功耗低、显示内容丰富、超薄轻巧等优点，在袖珍式仪表和低功耗应用系统中得到越来越广泛的应用，现在字符型液晶显示模块已经是单片机应用设计中最常用的信息显示器件了。

LCD1602简介

这里向大家介绍LCD1602字符型液晶显示模块，它可以显示两行，每行16个字符，相当于32个LED数码管，而且比数码管显示的信息还多。采用单+5V电源供电，外围电路配置简单，价格便宜，具有很高的性价比。1602引脚如图1所示，各引脚功能见表1，主要引脚功能如下：

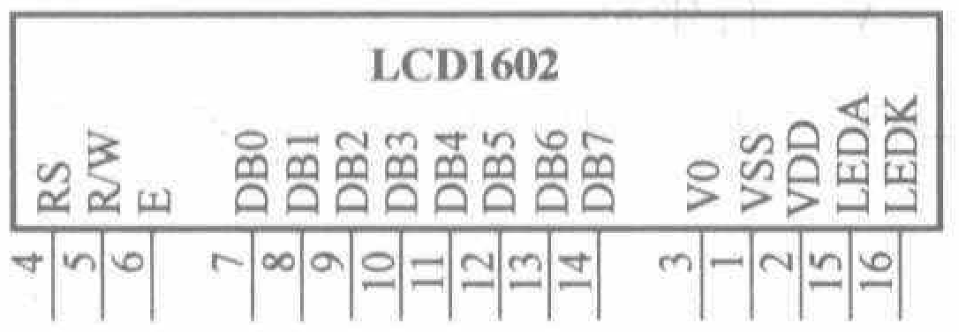


图1

表1

引脚号	符号	状态	功 能
1	Vss		电源地
2	Vdd		电源+5V
3	V0		液晶驱动电源
4	RS	输入	寄存器选择
5	R/W	输入	读、写操作
6	E	输入	使能信号
7	DB0	三态	数据总线（LSB）
8	DB1	三态	数据总线
9	DB2	三态	数据总线
10	DB3	三态	数据总线
11	DB4	三态	数据总线
12	DB5	三态	数据总线
13	DB6	三态	数据总线
14	DB7	三态	数据总线（MSB）
15	LEDA	输入	背光+5V
16	LEDK	输入	背光地

V0：液晶显示器对比度调整端，接正电源时对比度最弱；接地电源时对比度最高。对比度过高时会产生“鬼影”，使用时可以通过一个5k左右的电位器调整对比度。

RS：寄存器选择，高电平时选择数据寄存器；低电平时选择指令寄存器。

R/W：读写信号线，高电平时进行读操作；低电平时进行写操作。当RS和R/W共同为低电平时可以写入指令或者显示地址；当RS为高电平、R/W为低电平时可以写入数据。

E：使能端，当E端由高电平跳变成低电平时，液晶模块执行命令。

LCD1602 有11个控制指令，其功能见表2。

表2

指 令	功 能
清屏	清DDRAM和AC值
归位	AC=0，光标、画面回HOME位
输入方式设置	设置光标、画面移动方式
显示开关控制	设置显示、光标及闪烁开、关
光标、画面位移	光标、画面移动，不影响DDRAM
功能设置	工作方式设置（初始化指令）
CGRAM地址设置	设置CGRAM地址。A5～A0=0～3FH
DDRAM地址设置	DDRAM地址设置
读BF及AC值	读忙标志BF值和地址计数器AC值
写数据	数据写入DDRAM或CGRAM内
读数据	从DDRRAM或CGRAM数据读出

这里只介绍几个编程时经常用到的指令：

1.清屏（见表3）

表3

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

2.显示开关控制（见表4）。

表4

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	1	D	C	B

功能：设置显示、光标及闪烁开、关。

其中：D表示显示开关：D=1为开，D=0为关；

C表示光标开关：C=1为开，C=0为关；

B表示闪烁开关：B=1为开，B=0为关。

3.光标、画面位移（见表5）

表5

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*

功能：光标、画面移动，不影响DDRAM。

其中：S/C=1：画面平移一个字符位；

S/C=0：光标平移一个字符位；

R/L=1：右移；R/L=0：左移。

4.功能设置（见表6）

表6

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*

功能：工作方式设置（初始化指令）。

其中：DL=1，8位数据接口；DL=0，四位数据接口；
N=1，两行显示；N=0，一行显示；
F=1，5×10点阵字符；F=0，5×7点阵字符。

读写寄存器

读写寄存器的控制时序见表7。

1.写命令函数：向寄存器写入控制字

表7

RS	R/W	E	功能
0	0	下降沿	写指令代码
0	1	高电平	读忙标志和AC码
1	0	下降沿	写数据
1	1	高电平	读数据

参数：command － 控制字

```
void LCD_en_command(unsigned char command)
{
  LCD_delay(); //延时一段时间
  LCD1602_RW=LOW; //写命令时，R/W为低电平
  LCD1602_RS=LOW; //写入指令，RS为低电平
  LCD1602_EN=HIGH; //置高使能线
  LCDIO=command;//接收命令字并送到数据总线上
  LCD1602_EN=LOW;//在使能线的下降沿写入数据
}
```

2.写数据函数：向寄存器写入数据

参数：dat － 待要显示数据

```
void LCD_en_dat(unsigned char dat)
{
  LCD_delay(); //延时一段时间
  LCD1602_RW=LOW; //写指令时，R/W为低电平
  LCD1602_RS=LOW; //写入数据，RS为高电平
  LCD1602_EN=HIGH; //置高使能线
  LCDIO=dat; //接收数据并送到数据总线上
  LCD1602_EN=LOW;//在使能线的下降沿写入数据
}
```

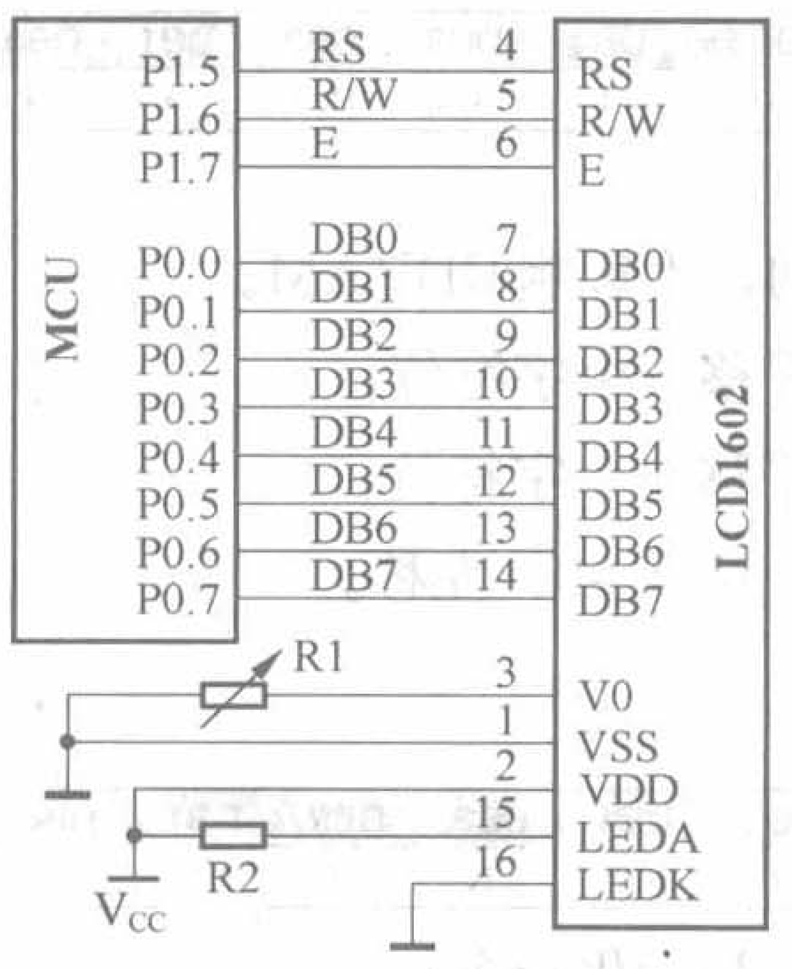


图2

典型电路

LCD1602的典型电路连接如图2所示。

说明：数据线DB0～DB7接到单片机的P0口；3条控制线分别接到P1.5、P1.6、P1.7（可以根据具体的硬件电路修改这几条控制线）；电阻R1用来调节液晶显示的对比度，可以接一个5k的电位器来调节；电阻R2用来设置背光的亮度，一般情况接一个1k的电阻就可以了，当然也可以接入电位器来调节显示的亮度。

技巧：一般在电路设计时，很少把液晶直接做到单片机的电路板上，而是通过一个接口电路来转接，比如在主板上留出来16根线的接口，这样就可以通过一组16根的排线来连接单片机和液晶显示器。

驱动程序

这里的驱动程序主要包括：

1.液晶初始化函数：设置液晶的工作方式

```
void LCD_init(void)
{
  LCD_en_command(DATA_MODE); //设置为8位数据传送模式
  LCD_en_command(OPEN_SCREEN); //开显示
  LCD_en_command(DISPLAY_ADDRESS); 设置显示地址
  CLEARSCREEN; //清屏，准备
}
```

2.设置显示坐标：设置字符的显示位置，行、列坐标

参数：x－列坐标，y－行坐标

```
void LCD_set_xy( unsigned char x, unsigned char y )
{
  unsigned char address;
  if (y==LINE1)  //判断行
    address=LINE1_HEAD+x;   //设置列坐标
  else
    address=LINE2_HEAD+x;
    LCD_en_command(address); //将地址写入寄存器
}
```

3.写字符函数：向液晶写一个字符

参数：x－列坐标，y－行坐标，dat－将要显示的字符数据

```
void LCD_write_char( unsigned x,unsigned char y,unsigned char dat)
{
  LCD_set_xy( x, y ); //首先设置显示坐标
  LCD_en_dat(dat); //写数据
}
```

4.写字符串函数：向液晶写入字符串

参数：x－列坐标，y－行坐标，*s－将要显示的字符

用单片机实现传统电路功能

编者按： 单片机的应用日益广泛，其优势之一是可用灵活的软件实现许多硬件电路的功能，从而简化电路、降低成本。许多没有接触过单片机的读者曾来信希望刊登一些入门类的文章，为此特开辟“用单片机实现传统电路功能”这个小专题，介绍如何用单片机实现音乐门铃、直流可调电源等常见电路的功能。希望熟悉传统电路的朋友能在对比中轻松理解单片机的工作原理，同时欢迎广大读者积极给本专题投稿。

用单片机设计电子音乐门铃

文/郁玉龙 赵 宁

传统的电子音乐门铃通常采用分立元件或专用的音乐IC制作，本文介绍一个用AT89C51单片机设计的电子音乐门铃，仅需AT89C51单片机最小系统再加一片LM386做音频小功放驱动扬声器发声。客人来访时，按一下按钮，门铃就会奏出优美的电子音乐声，再按一下，门铃又会奏出下一首电子音乐声音，共可以奏出六首不同旋律的歌曲。

设计原理

音乐是由音符组成，不同的音符是由相应频率的振动产生，产生不同的音频需要有不同固定周期的脉冲信号。要产生音频脉冲，只要算出某一音频的周期T ($1/f$)，然后将此周期T除以2，即为半周期的时间。我们利用单片机的内部定时器T0，使其工作在计数器模式MODE1下，初始化适当的计数值TH0及TL0以计时这个半周期时间，每当计时时间到后就将输出脉冲的P1.0口反相，然后重复计时此半周期时间，再对P1.0口反相，就可在单片机P1.0引脚上得到此频率的脉冲。P1.0引脚脉冲接LM386作音频功放，然后输出到扬声器，从而发出美妙的乐音。

例如设单片机晶振为12MHz，每计数一次用时1μs。我们要产生低音DO，其频率为392Hz，周期$T=1/392=2551$μs，半周期时间为1276 μs，因此计数器应每计数1276次时将P1.0口

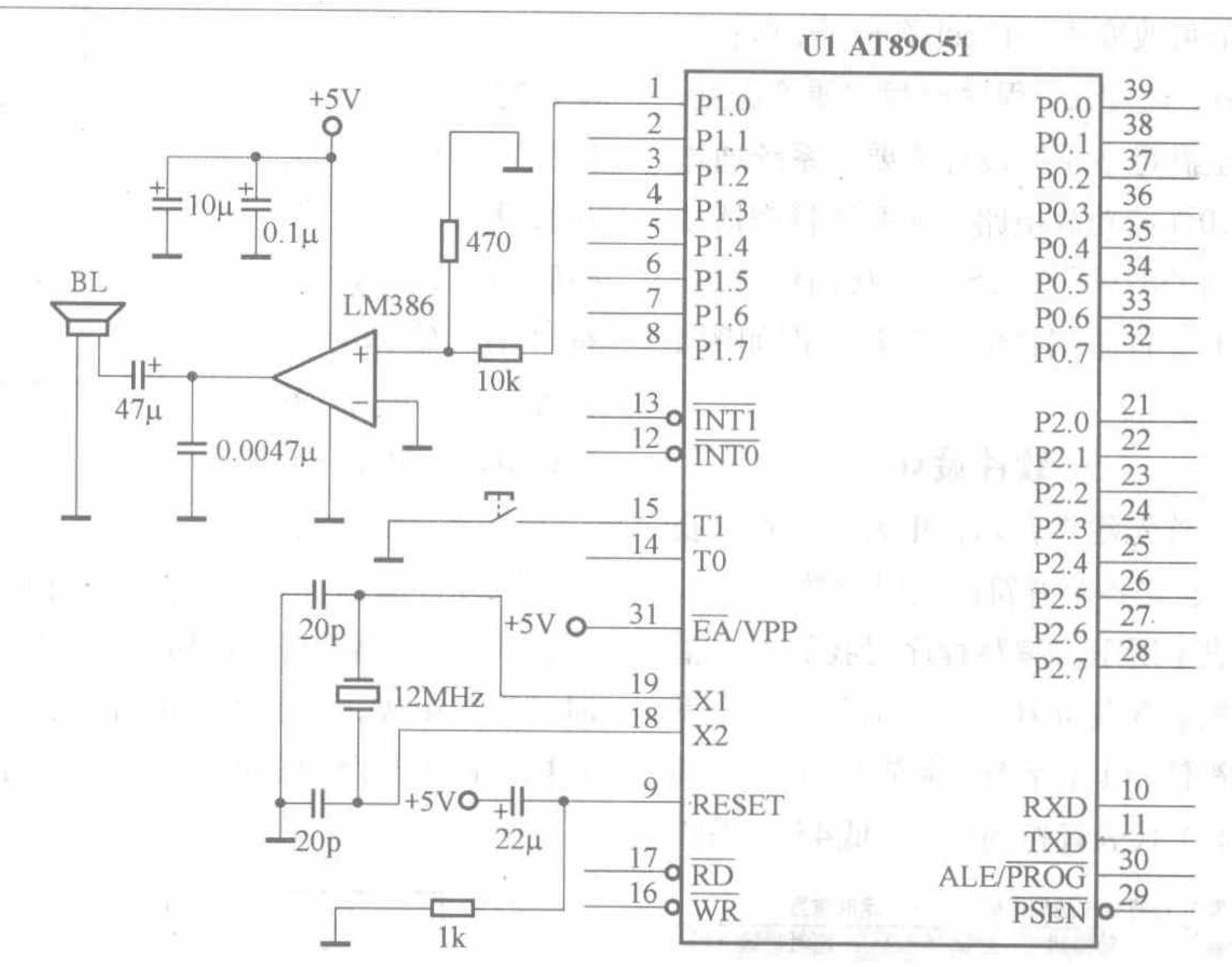


图1

串数据

```
  void LCD_write_string(unsigned char x,
unsigned char y, unsigned char *s)
  {
    LCD_set_xy(x,y); //首先设置显示坐标
    while (*s) //判断是否结束
    {
      LCDIO=*s; //循环调用写数据函数
      LCD_en_dat(*s);
      s++;
    }
  }
```

详细的驱动程序见本期配刊光盘。本文的电路、程序均经过调试而且一直在使用，可以直接应用于产品开发。

反相，即计数初值应设定为(THxTLx) $=2^{16}-1276=64260$，就可得到低音DO。

P3.5口作为控制门铃的按钮，每按一次，产生的电子乐音就改变一次，按完6次，再重复循环。6首歌曲分别为《生日快乐》、《两只老虎》、《三只小猫》、《哈巴狗》、《不倒翁》、《妹妹背着洋娃娃》。

硬件电路设计

系统以AT89C51单片机为核心，加上外围电源时钟电路、LM386功放电路及扬声器电路组成。AT89C51是一种低功耗/低电压、高性能的8位单片机，内部除CPU外，还包括128字节RAM，4个8位并行I/O口，5个中断优先级，2层中断嵌套中断，2个16位可编程定时计数器，片内集成4K字节可改变程序Flash存储器，具有低功耗、速度快、程序擦写方便等优点，完全满足本系统设计需要。系统通过P1.0连接功放电路从而驱动扬声器放出电子声乐，P3.5口连接门铃按键。此电子音乐门铃的电路连接图如图1所示。

软件设计

首先建立音乐，把音乐的音符找出，建立各个音符的定时常数T值表，如表1所示。编写程序时我们把T值表按顺序建立在“TABLE”。每个发音符使用1个字节，字节的高4位（简谱码）代表音符的高低，低4位（节拍码）代表音符的节拍。如果1拍为0.4s，1/4拍就是0.1s，只要设定延迟时间就可求得节拍的时间。假设1/4拍为1 DELAY，则1拍应为4 DELAY，以此类推。所以只要求得1/4拍的DELAY时间，其余的节拍就是它的倍数。1/4拍的延时时间在此我们设为125ms，节拍码如表2所示。音符节拍码编程时放在程序的最后面“SONGx”处。

表1 音符对应的简谱码、频率、定时常数

音符	简谱码	频率（Hz）	定时常数（T）
低SO	1	392	64260
低LA	2	440	64400
低TI	3	494	64524
中DO	4	523	64580
中RE	5	587	64684
中MI	6	659	64777
中FA	7	698	64820
中SO	8	784	64898
中LA	9	880	64968
中TI	A	988	65030
高DO	B	1046	65058
高RE	C	1175	65110
高MI	D	1318	65157
高FA	E	1397	65178
高SO	F	1568	65217
不发音	0		

表2 节拍码及节拍数

节拍码	节拍数
1	1/4拍
2	2/4拍
3	3/4拍
4	1拍
5	1又1/4拍
6	1又1/2拍
8	2拍
A	2又1/2拍
C	3拍
F	3又3/4拍

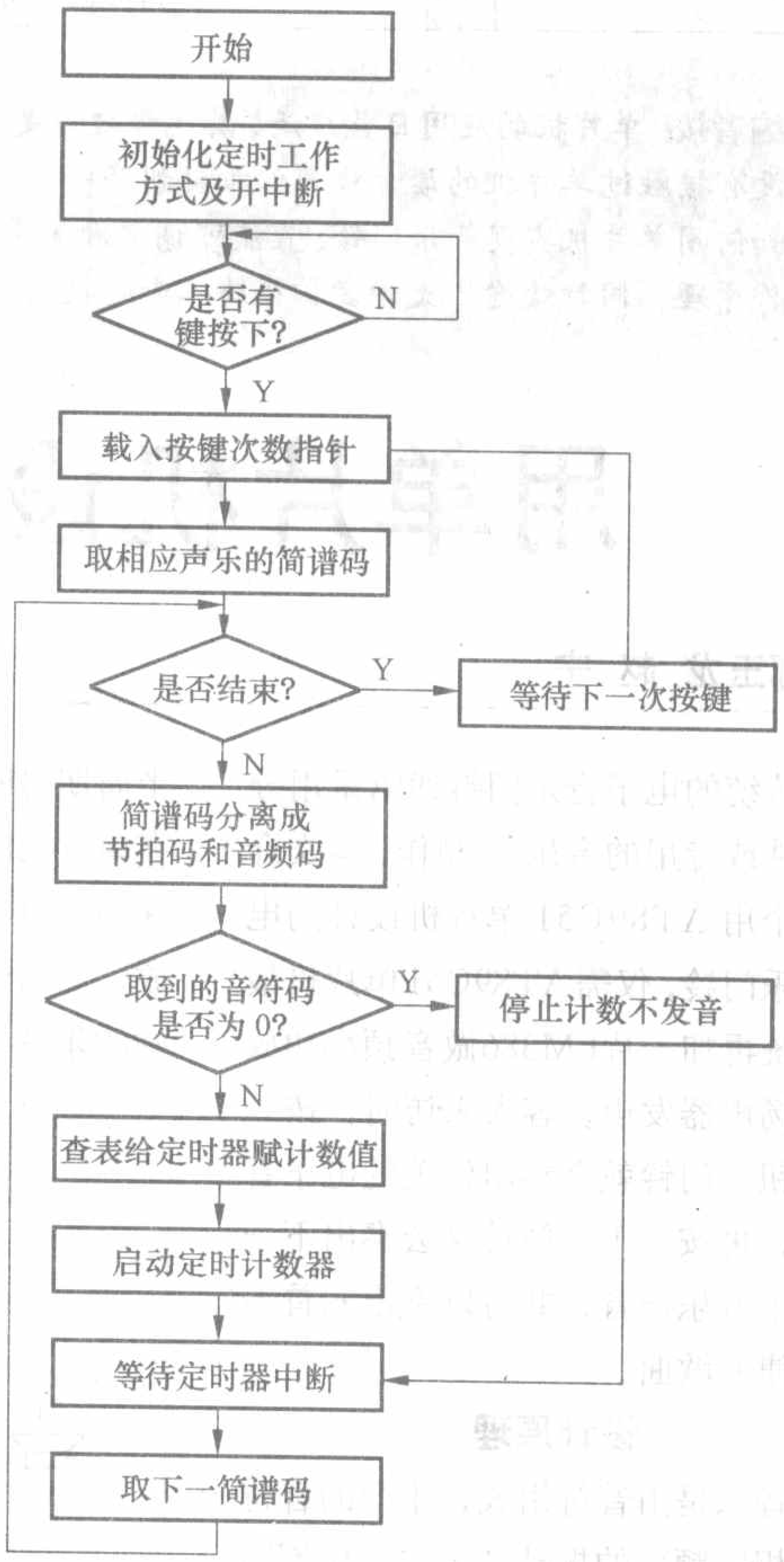


图2

本系统采用MCS-51汇编语言编程。软件程序由主程序、定时器T0中断服务程序和延时子程序组成。系统初始化后，系统扫描按键（P3.5口的电平）判断是否有键按下，有键按下时，根据按下键的次数，向音频字符码指针赋以不同歌曲的地址，通过定时器T0中断子程序使P1.0口输出相应频率的音频脉冲，以达到发声目的。具体程序见本期配刊光盘，主程序流程图如图2所示，定时器T0中断服务程序流程图如图3所示。

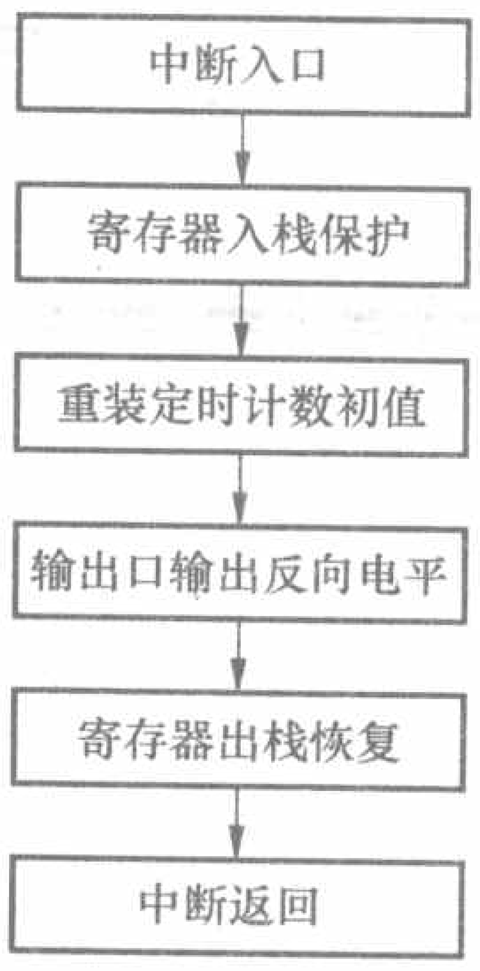


图3

本文利用单片机体积小、速度快、功能强、性能可靠、价格低廉等优点，介绍了用AT89C51单片机设计电子音乐门铃的方法，系统实现简单、功能稳定。读者可在此基础上进一步完善，如增加语音防盗报警功能、有人无人语音门铃切换功能，甚至增加可视对讲功能等。

用可编程逻辑器件设计数字语音电路(3)

PLD 在数字语音处理中的应用

文 / 陈演平

前两期我们用PLD来控制数字语音信号的传输、交换和分配，对语音信号本身并没有做什么处理。在这一期里，我们要用PLD对经由PCM技术取样得到的数字语音信号做一些基本的处理。首先，要把串行输入的语音数据转换为便于处理的8bit并行数据，再把这些被语音编解码器压缩过的A律码语音数据转换成线性码，以便进行各种代数运算，如根据预设值比较音量的大小并显示等等。当然，线性码也能够重新转换回A律码输出。通过本期的介绍，大家就能初步熟悉用PLD处理数字语音的一些基本技术。

一、语音数据的串行/并行转换和锁存

通过语音编解码芯片（如TP3094等）输出的PCM语音信号是串行传输的，这是为了简化数据传输电路。但在数据处理时，处理并行数据更方便快捷，这时就要把串行的语音数据转换成8bit的并行数据。

上期我们已经设计出了能完成并行/串行数据转换的电路符号p2s。类似地，采用“MegaWizard Plug-in Manager”工具也能够设计出串行/并行数据转换的电路符号s2p，如图1左边符号所示。

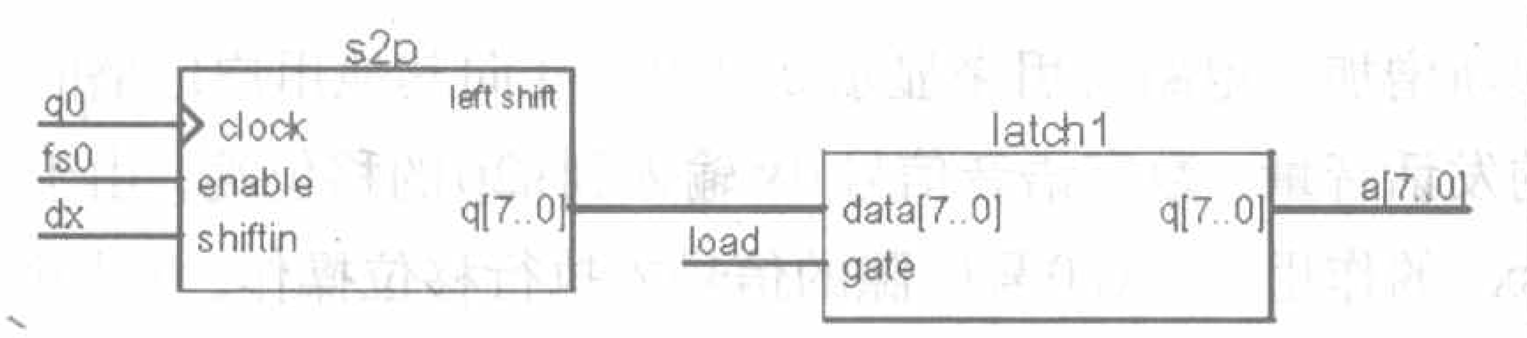


图1

s2p的移位输入端shiftin接收来自dx的串行语音数据，并在q0时钟的作用下执行移位操作。经8次移位，从s2p的q[7..0]得到1个8位的并行数据。s2p的赋能端enable可用来控制移位操作是否执行，高电平有效。

s2p的输出虽然是8位并行数据，但这一数据是随着dx每个比特的移入而变化的。我们需要的是每个时隙里的8个数据，而不能任意截取8个串行数据转换为并行数据。因此，再用“MegaWizard Plug-in Manager”工具设计1个8位锁存器latch1，用load信号来及时锁存数据，如图1右边的符号所示。在上期里已经知道，load信号是跨在前后两个时隙之间的，所以正好能在每个时隙的8bit数据都已移位进来时用load信号把它锁存住，得到每次PCM取样的8位A律码数据。这些信号的波形如图2所示。

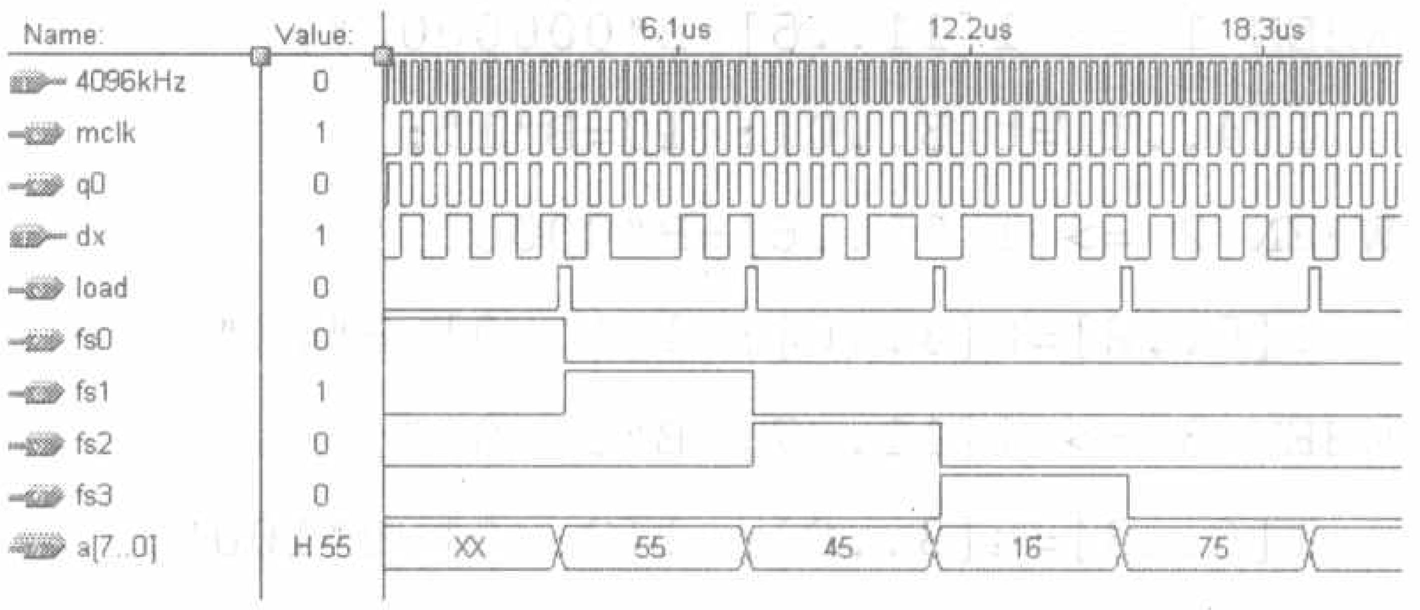


图2

图中，来自dx的串行数据在fs0到fs3的4个时隙窗口中分别是01010101、01000101、00010110和01110101。因为dx数据是在mclk时钟的上升沿发生变化的，而q0和mclk反相，用q0做移位时钟就相当于用mclk时钟的下降沿来移位，也就是在dx数据前后两次变化的中间来取样，这时数据最稳定。经移位和load信号锁存后，就得到并行数据55、45、16、75（16进制数）。

二、A律码和线性码的相互转换

A律码是按对数规律压缩的非线性码，要转换成线性码后才能对其进行代数运算。从有关资料可查得，未经偶数位反转的A律码和线性码的转换关系见表1。

表1 A律PCM码转换为线性码

A律PCM码 a[6..0]	线性码 l[11..0]
000WXYZ	0000000WXYZ1
001WXYZ	0000001WXYZ1
010WXYZ	000001WXYZ10
011WXYZ	00001WXYZ100
100WXYZ	0001WXYZ1000
101WXYZ	001WXYZ10000
110WXYZ	01WXYZ100000
111WXYZ	1WXYZ1000000

表2 线性码转换为A律PCM码

线性码 l[11..0]	A律PCM码 a[6..0]
0000000WXYZ*	000WXYZ
0000001WXYZ*	001WXYZ
000001WXYZ**	010WXYZ
00001WXYZ***	011WXYZ
0001WXYZ****	100WXYZ
001WXYZ*****	101WXYZ
01WXYZ******	110WXYZ
1WXYZ*******	111WXYZ

表中WXYZ为各位的码值，最高位a7和l12是符号位，不转换。

用PLD能够简单地做出A律码到线性码的转换电路。在转换前要先把A律码的偶数位再次“取反”，回到反转前的状态。用AHDL语言编写的A律码／线性码转换程序如下：

```
SUBDESIGN a2l_t
(a[7..0]:INPUT;
l[12..0]:OUTPUT;)
VARIABLE
t[6..0]:NODE;
BEGIN
l12=a7;
t0=!a0; t1=a1; t2=!a2;
t3=a3; t4=!a4; t5=a5; t6=!a6;
CASE t[6..4] IS
WHEN 0 => l[11..5]=B"0000000";
  l[4..1]=t[3..0]; l0=B"1";
WHEN 1 => l[11..5]=B"0000001";
  l[4..1]=t[3..0]; l0=B"1";
WHEN 2 => l[11..6]=B"000001";
  l[5..2]=t[3..0]; l[1..0]=B"10";
WHEN 3 => l[11..7]=B"00001";
  l[6..3]=t[3..0]; l[2..0]=B"100";
WHEN 4 => l[11..8]=B"0001";
  l[7..4]=t[3..0]; l[3..0]=B"1000";
WHEN 5 => l[11..9]=B"001";
  l[8..5]=t[3..0]; l[4..0]=B"10000";
WHEN 6 => l[11..10]=B"01";
  l[9..6]=t[3..0]; l[5..0]=B"100000";
WHEN 7 => l11=B"1";
  l[10..7]=t[3..0]; l[6..0]=B"1000000";
END CASE;
END;
```

第4、5行语句定义1个节点（NODE）t[6..0]为中间变量（VARIABLE），以便对a[6..0]的偶数位作反转。

以上程序可创建成a2l_t电路符号，如图3左边符号所示。

同样可查得，线性码和A律码的对照关系见表2，表2中的“*”号取值既可为0也可为1。用类似方法也能编写出线性码／A律码转换的AHDL程序，并创建成电路符号l2a_t，如图3右边符号所示。

图3中先把A律码转换成线性码，再把线性码反转换成A律码。从表2可看出，A律码并不能完全反映出线性码低位数据的不同，这是因为PCM压缩编码不完全是无损压缩。不过对于人耳来说，几乎不能察觉这些细微的差异。线性码的最低位虽然在转换成A律码时不起作用，但如对

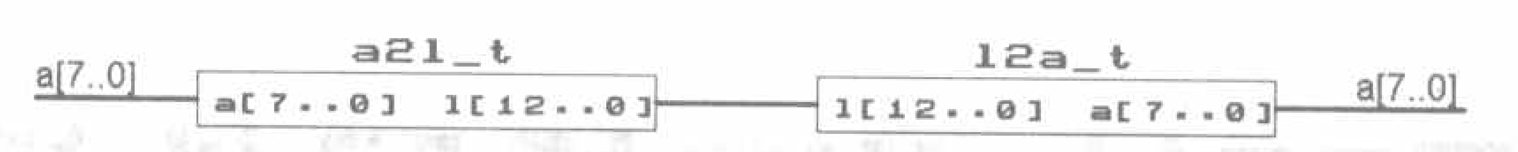


图3

线性码作运算，该位会影响运算精度，所以仍应保留。

三、用PLD设计语音音量显示电路

对于模拟语音电路来说，如果要用多段LED来显示语音音量的话，就得使用多个模拟比较器或专用的多段显示集成电路。而数字语音的数值直接与语音音量相关，有可能用来驱动多段LED显示音量。但PCM语音经过压缩编码尤其是做了偶数位反转处理后，数值大小和语音振幅之间已完全不成比例，所以PCM码仍不能直接用来显示语音音量。作为线性码的一种应用，我们用线性码驱动LED来显示实验电路板上第0路发送语音的音量，电路图如图4所示。

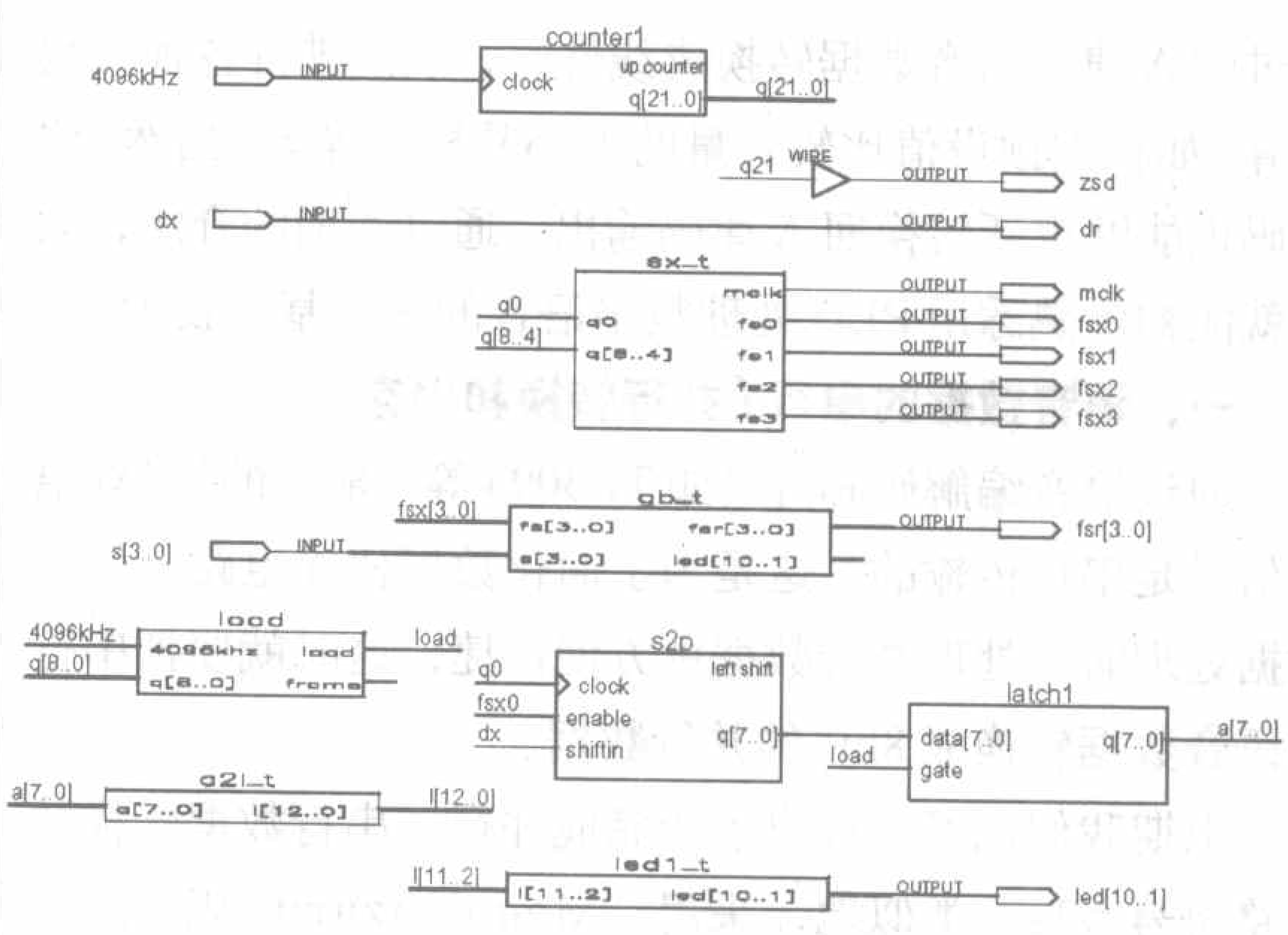


图4

图4的上半部分是上期里介绍过的电话广播电路，下边新增加的电路可用来显示0号用户在向其他用户广播时的发话音量。数字语音信号dx输入到s2p的移位端，由于fsx0的作用，只对0号时隙的信号才执行移位操作。0号发送的语音转换成并行数据，经latch1锁存后得到稳定的A律码，再经a2l_t转换成线性码l[12..0]。因为实验电路板上的LED只有10段，所以把l[12..0]的低2位舍去不用，最高位是符号位也不用，把l[11..2]输入到电路符号led1_t。led1_t能根据输入码值的大小输出led[10..1]信号分别去点亮10段LED的各段，可用AHDL语言编写如下程序创建：

```
SUBDESIGN led1_t
(l[11..2]:INPUT;
led[10..1]:OUTPUT;)
BEGIN
IF    l[11..2]>=B"1000000000" THEN
```

```
        led[10..1]=B"0000000000";
    ELSIF l[11..2]>=B"0100000000" THEN
        led[10..1]=B"1000000000";
    ELSIF l[11..2]>=B"0010000000" THEN
        led[10..1]=B"1100000000";
    ELSIF l[11..2]>=B"0001000000" THEN
        led[10..1]=B"1110000000";
    ELSIF l[11..2]>=B"0000100000" THEN
        led[10..1]=B"1111000000";
    ELSIF l[11..2]>=B"0000010000" THEN
        led[10..1]=B"1111100000";
    ELSIF l[11..2]>=B"0000001000" THEN
        led[10..1]=B"1111110000";
    ELSIF l[11..2]>=B"0000000100" THEN
        led[10..1]=B"1111111000";
    ELSIF l[11..2]>=B"0000000010" THEN
        led[10..1]=B"1111111100";
    ELSIF l[11..2]>=B"0000000001" THEN
        led[10..1]=B"1111111110";
    ELSE led[10..1]=B"1111111111";
    END IF;
    END;
```

把这个电路下载到实验电路板，当0号用户对其他用户广播时，10段LED的光柱就会随着0号发出语音的大小不同而起伏变化。

四、用PLD进行音量比较

对图4的电路稍作改变，就能做出比较音量大小并显示出比较结果的电路来。只要新创建1个led2_t电路符号取代图4中的led1_t就可以实现此功能，改动部分如图5所示。

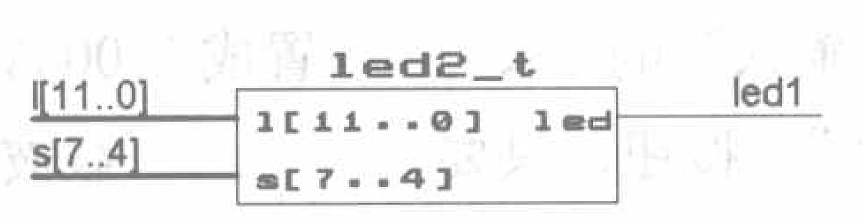


图5

图中led2_t用拨动开关的高4位s[7..4]输入来设置比较基准，并把除了符号位以外的线性码l[11..0]输入led2_t以进行各种方式的比较。比较结果用1个LED来显示。如用这个电路来监测噪声，那么当噪声超标时，指示灯就会亮。

五、用PLD实现语音激活功能

语音激活指用语音来启动或关闭某项功能，如喊一声“喂”来开灯，再喊一声就关灯等。电路中需要设置一个适当的门限电平值，当语音超过门限时，双稳态触发器翻转，改变开关状态。

我们在以前的两对电话通话电路的基础上来设计语音激活电路，如图6所示。图中除增加了上面介绍过的一些电路外，还有两个新电路符号，分别是8位比较器compare1、带计数控制端和清零端的4位计数器counter3，都是用我们已经熟悉的工具创建的。还有就是用D触发器和反相器构成的双稳态电路，每输入1个脉冲翻转1次。

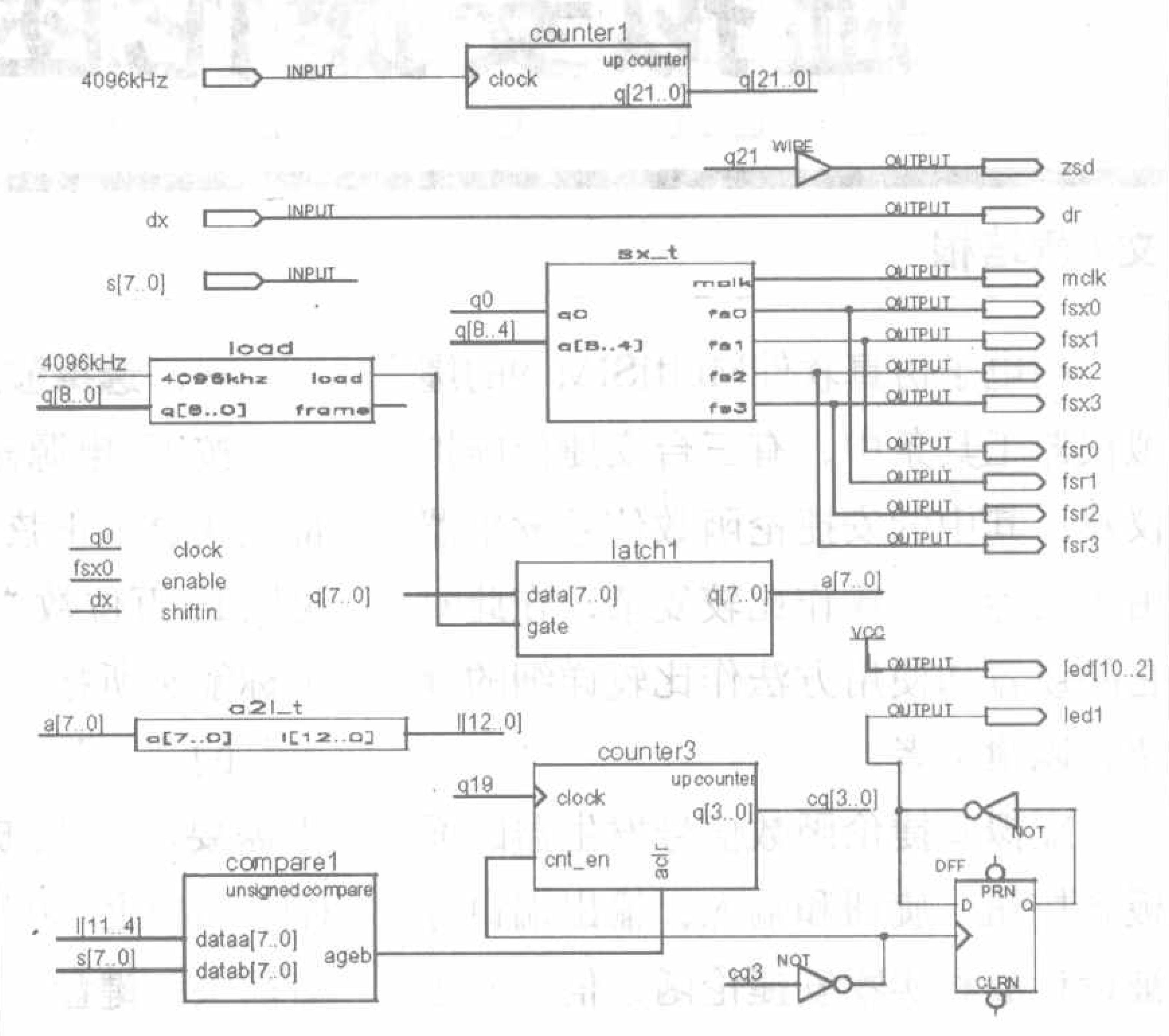


图6

图6中以0号用户发出的（1号收到的）语音做激活源。语音信号dx经s2p转换成并行数据，由latch1锁存后，再经a2l_t转换成线性码l[12..0]。取线性码的8位l[11..4]输入到8位比较器compare1和拨动开关的设置数值作比较。拨动开关的s[7..0]可在256个数值中选择1个设置为激活门限值。当语音数值大于或等于门限值时，比较器输出高电平，使计数器counter3清零。counter3在没有激活信号时，计数到第8个q19脉冲时（约2s）计数器的输出端最高位cq3转为高电平，反相后使计数控制端为低电平，计数器停止继续计数，cq3维持高电平。一旦被清零，cq3变成低电平，反相后跳变成高电平，使D触发器翻转，点亮LED灯，同时计数控制端也变为高电平，允许计数。但只要激活语音没有结束，计数器仍处于清零状态，计数操作并不能执行。这样设计就避免了一次激活语音使D触发器来回多次翻转的现象。只有等激活语音结束后，counter3才脱离清零状态开始计数，约2s后cq3变成高电平，电路恢复初始状态。这时如再发出一个激活语音，就使D触发器再次翻转，熄灭LED灯。所以两次激活语音之间的间隔应该在2s以上。改变counter3的计数位数或输入时钟脉冲的频率，可以改变这个间隔时间。

以上全部电路的完整设计文件和视频教程见本期配刊光盘中的相关内容。

体验 MultiSIM 9

如何使用 虚拟安捷伦函数信号发生器

文/黄培根

在电子仿真软件MultiSIM 9的虚拟仪器工具条中，有三台安捷伦虚拟仪器，其中的安捷伦函数信号发生器由于功能多，操作比较复杂，在此对它的设置和使用方法作比较详细的介绍，以飨读者。

虚拟安捷伦函数信号发生器的面板各按钮、旋钮和输入、输出端口等被设计成和实物安捷伦函数信号发生器面板一模一样，这使我们坐在电脑前就能享受到在实验室操作高级仪器的愉悦，且无损坏仪器的担忧。图1是其面板图及各按钮的功能说明，它的型号是Agilent33120A，频宽为15MHz，不仅能产生一般的正弦波、方波、三角波和锯齿波，还能产生按指数上升或下降的一些特殊的波形，并且还可以生成由8～256点描述的任意波形。

图1

下面结合几个具体例子介绍虚拟Agilent 33120A的用法：

一、选择波形和设置幅度操作

按下“电源开关”(Power)按钮，屏幕默认显示正弦波幅值100.0mVpp~，见图1，百位数“1”处于跳动状态，见鼠标箭头所指。这时可以按“单位输入”的“∧”、“∨”按钮逐步调整你所需要的正弦波百位数的幅度大小(注：面板上“单位输入”的上、下、左、右箭头和键盘上的上、下、左、右箭头通用，操作效果一样。)；第二种方法是直接按键盘上的数字键，可以改变处于跳动位的数值；第三种方法是用鼠标按住“调节旋钮”作快速调整，顺时针增大，反之减小，适用大范围改变数据。百位数据调好后，按“单位输入”的“<”、“>”按钮，只要其他位的数字处于跳动状态，即可对该位数字实施上述调整；同样可以按“>”使“mVpp”跳动，配合“∧”、“∨”按钮或“调节旋钮”设置正弦波幅值单位大小，但只能在100mVpp、1.000Vpp和10.00Vpp三者之间选择。

按下“波形频率”(Freq)按钮，屏幕默认显示正弦波频率为“1.0000000 kHz~”，且个位数“1”处于跳动状态，这时可以对正弦波的频率进行调整，调整方法和上述完全一样，不再赘述。

若要选择波形只要分别用鼠标按下“方波”、“三角波”、“锯齿波”等按钮即可，并会在“kHz”右旁有相应的波形标志出现。

二、设置调幅波和调频波

1.在屏幕默认显示正弦波频率为“1.0000000kHz~”的界面下，先按面板上的“功能切换”(Shift)键，再按“(调幅)”按钮，则屏幕下方出现“AM”字样，这时可以选择调幅波的载频频率，只要频率位处于跳动状态即可以对它进行设置，方法同上所述，这里我们举例将载频频率设置成2.0000000kHz。

2. 确定好载波频率后，再按“幅度”(Ampl)按钮，可以设置载波频率的幅度，这里我们举例将载频幅度设置成1.000Vpp~。

3. 载波频率和幅度设置好后，点击“波形频率”(Freq)按钮，屏幕显示2.0000000kHz界面。先按“功能切换”(Shift)键，再按“波形频率”(Freq)按钮，可以设置调制波的频率，这里举例将调制波的频率设置成500.0Hz~。

4. 将调制波的频率设置好后，点击“幅度”(Ampl)按钮，这里举例将调制波的幅度设置成500.0mVpp~。

以上调幅波的各参数都设置完成后，点击“回车键”(Enter)按钮，将以上设置的数据保存。

5. 关闭虚拟函数信号发生器Agilent 33120A面板，在电子仿真软

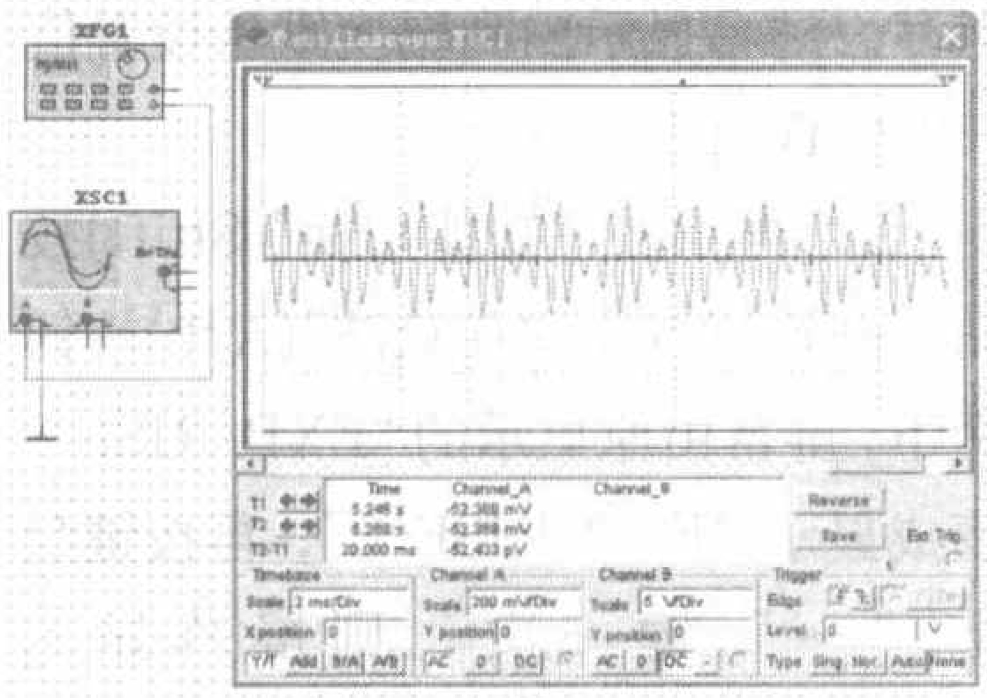


图2

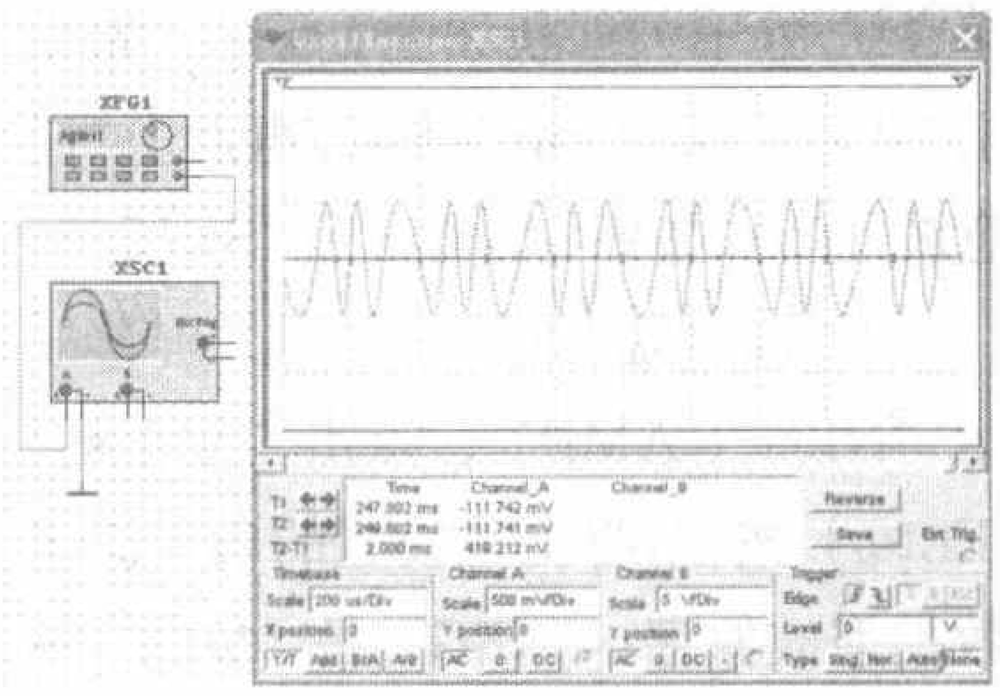


图3

件MultiSIM 9电子平台上调出虚拟示波器并按图2(左侧)电路连好，打开仿真开关，双击虚拟示波器“XSC1”图标，打开它的放大面板，可以看到刚才设置的载波频率为2.0000000kHz、幅度为1.000Vpp；调制信号为500.0Hz、调制信号幅度为500.0mVpp的调幅波形如图2(右侧)所示，图中各栏设置参阅图中所示。

6. 按“波形频率”(Freq)按钮，仪器恢复初始显示默认频率1.0000000kHz，先按一下“功能切换”(Shift)按钮，再按(调频)按钮，屏幕下方出现“FM”字样，调整设置调频载波方法同上述介绍方法一样，不再重复，这里我们不妨将调频载波设置成8.0000000kHz~。

7. 再按“幅度”(Ampl)按钮，仍和上面4点介绍方法一样可以对调频载波的幅度进行设置，在此，我们不妨将调频载波的幅度设置成1.000Vpp~。

8. 先按“功能切换”(Shift)按钮，再按“波形频率”(Freq)按钮，这时候是对调频波的调制信号进行设置，这里不妨将它设置成3.000kHz~。

9. 仍先按“功能切换”(Shift)按钮，再按“幅度”(Ampl)按钮，这时候是对调频波的调制信号角频偏进行设置，这里不妨将它设置成4.0000000kHz~。以上对调频波各项参数设置完成后，按“回车键”，将设置内容保存，关闭函数信号发生器放大面板。

10. 按图3(左侧)连好仿真电路，打开仿真开关，双击虚拟示波器图标，从放大面板的屏幕上我们可以看到调频波形，放大面板各栏参数设置参阅图中所示。

三、设置和产生扫描信号

将虚拟函数信号发生器Agilent 33120A设置好某一段频率范围的扫描信号，从放大器的输入端输入，可以测出该放大器的幅频特性。

1. 先按“功能切换”(Shift)按钮，再按“(扫描)”(Sweep)按钮，这时屏幕下方有“Swp”字样出现。

2. 按“波形频率”(Freq)按钮可以调节输出波形频率；按“幅度”(Ampl)按钮可以调节输出波形幅度大小，方法同前。这里选输出波形频率为3.0000000kHz~、幅度为1.000Vpp~。

3. 输出波形频率和幅度调好后，先按“功能切换”(Shift)按钮，再按“回车键”(Enter)，屏幕先显示“MENUS”字样并很快消失，显示“A：MOD MENU”字样，按键盘上的“→”键，“A：”变成“B：SMP MENU”字样，并且“B：”字样在闪烁；再按键盘上的“↓”键，屏幕先显示“COMMANDS”字样并很快消失，显示“1：START F”字样，并且“1：”字样在闪烁，再按键盘上的“↓”键，屏幕先显示“PAMAMETER”字样并很快消失，显示“∧100.00000Hz”字样，并且“∧”符号和屏幕下方“Swp”字样交替闪烁，这时就可以对输出扫描信号的起始频率进行设置了，按键盘上的“→”键，频率的百位数处于闪烁状，这里不妨将输出扫描信号的起始频率设置成400.00000Hz，设置好后按“回车键”(Enter)将设置值保存。

4. 第二步设置扫描结束频率，先按“功能切换”(Shift)按钮，再按“回车键”(Enter)，屏幕先显示“MENUS”字样并很快消失，显示“A：MOD MENU”字样，按键盘上的“→”键，“A：”变成“B：SWP MENU”字样，并且“B：”字样在闪烁，再按键盘上的“↓”键，屏幕先显示“COMMANDS”字样并很快消失，仍显示“1：START F”字样，并且“1：”字样在闪烁，按键盘上的“→”键，屏幕显示“2：STOP F”字样并且“2：”字样在闪烁；再按键盘上的“↓”键，屏幕先显示“PAMAMETER”字样并很快消失，显示“∧1.0000000kHz”字样，并且“∧”字样和屏幕下方“Swp”交替闪烁，这时就可以对输出扫描信号的结束频率进行设置了，按键盘上的“→”键，“1”数字处于闪烁状，这里不妨将输出扫描信号的结束频率设置成3.0000000kHz，设置好后按“回车键”(Enter)将设置值保存。

5. 第三步设置扫描时间，先按“功能切换”(Shift)按钮，再按“回车键”(Enter)，屏幕先显示“MENUS”字样并很快消失，显示“A：MOD MENU”字样，按键盘上的“→”键，“A：”变成“B：SWP MENU”字样，并且“B：”字样在闪烁，再按键盘上的“↓”键，屏幕先显示“COMMANDS”字样并很快消失，仍显示“1：START F”字样，并且“1：”字样在闪烁，连按键盘上的“→”键两次，屏幕显示“3；SWP TIME”字样并且“3：”字样在闪烁；再按键盘上的“↓”键，屏幕先显示“PAMAMETER”字样并很快消失，显示“∧100.0000ms”字样，并且“∧”符号和屏幕下方“Swp”字

样交替闪烁，这时就可以对扫描时间进行设置了，按键盘上的"→"键，"1"数字处于闪烁状，用鼠标按住屏幕右侧大圆旋钮左右转动，可以设置扫描时间。这里不妨将扫描时间设置成50.00000ms，设置好后按"回车键"(Enter)将设置值保存。

6. 第四步设置扫描方式为线性扫描。先按"功能切换"(Shift)按钮，再按"回车键"(Enter)，屏幕先显示"MENUS"字样并很快消失，显示"A：MOD MENU"字样，按键盘上的"→"键，"A："变成"B：SWP MENU"字样，并且"B："字样在闪烁，再按键盘上的"↓"键，屏幕先显示"COMMANDS"字样并很快消失，仍显示"1：START F"字样，并且"1："字样在闪烁，连按键盘上的"→"键三次，屏幕显示"4：SWP MENU"字样并且"4："字样在闪烁，再按键盘上的"↓"键，屏幕先显示"PAMAMETER"字样并很快消失，显示"LOG"字样，再按键盘上的"→"键，屏幕显示"LINEAR"。最后按"回车键"(Enter)将设置保存，关闭Agilent函数信号发生器放大面板。

7. 按图4(左侧)连好仿真电路，打开仿真开关，双击虚拟示波器图标，从放大面板的屏幕上我们可以看到刚才

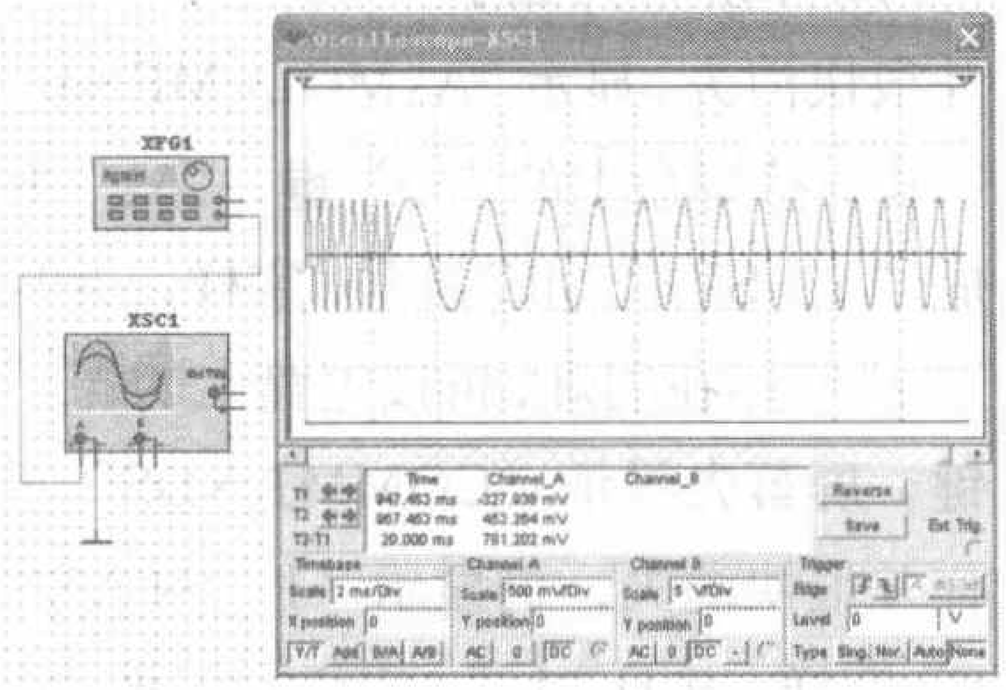


图4

设置的扫描信号波形，放大面板各栏参数设置参阅图中所示。

四、设置负斜波函数信号波形

1. 打开仪器电源开关，屏幕显示幅度默认设置值100.0mVpp~，且数字"1"处于闪烁状如图1所示。先点击"功能切换"(Shift)按钮，再点击"任意波"(Arb)按钮，屏幕显示"SINC~"。

2. 按键盘上的"→"键，屏幕显示"NEG_RAMP~"，点击"回车键"(Enter)按钮，将上述设置的负斜波函数类型被保存。"NEG"是"负的"意思；斜波信号的英文是"ramp signal"。

3. 先点击"功能切换"(Shift)按钮，再连续点击"任意波"(Arb)按钮两下，屏幕由原显示的"NEG_RAMP~"变成显示"NEG_RAMP^Arb"，这样，函数信号发生器Agilent 33120A就选定了负斜波函数模式。

4. 再点击"波形频率"(Freq)按钮，设置负斜波频率为2.0000000kHz^Arb，如图5所示；然后点击"幅度"(Ampl)按钮，设置负斜波幅度为2.000Vpp^Arb。

5. 按图5(左侧)调出虚拟示波器连好仿真电路，打开仿真开关，双击虚拟示波器图标，从虚拟示波器放大面板屏幕上可以看到上述设置的负斜波信号波形如图5(右侧)所示，示波器放大面板各栏数据参阅图中设置。

五、设置指数函数信号波形

1. 打开仪器电源开关，屏幕显示幅度默认设置值100.0mVpp~，先点击"功能切换"(Shift)按钮，再点击"任意波"(Arb)按钮，屏幕同样显示"SINC~"。连按键盘上"→"键两次，屏幕显示"EXP_RISE~"，再点击"回车键"(Enter)按钮，将设置的函数类型

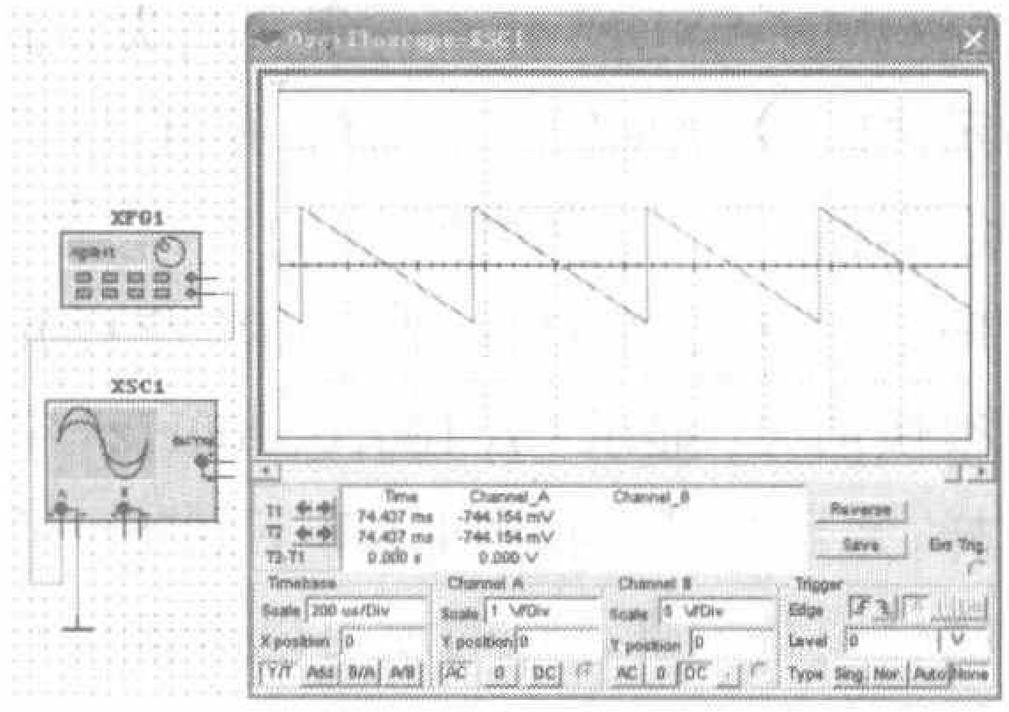


图5

保存。屏幕显示回到幅度默认设置值100.0mVpp~。

2. 再点击"功能切换"(Shift)按钮，并连续点击"任意波"(Arb)按钮两下，屏幕由原显示的"EXP_RISE~"变成显示"EXP_RISE^Arb"，再按键盘上"→"键一次，则屏幕显示"EXP_FALL^Arb"，这样函数信号发生器Agilent 33120A就选择了下降指数函数模式，"EXP"是函数的意思；"FALL"表示下降。(注：如果要选择上升指数函数模式，屏幕显示"EXP_RISE^Arb"就可以了，"RISE"表示上升。)

3. 选择上升指数函数的频率和幅度方法同设置负斜波信号中的第4点完全一样，这里不再重述。假若我们选定的频率和幅度为3kHz和1.5Vpp。

4. 按图6(左侧)调出虚拟示波器连好仿真电路，打开仿真开关，双击虚拟示波器图标，从示波器放大面板屏幕上可以看到上述设置的下降指数函数信号波形如图6右侧所示，示波器放大面板各栏设置参阅图中。(上升指数函数信号波形的设置，读者可以参照上述方法和步骤自己去设计。)

六、设置任意函数信号波形

设置任意函数信号波形需要分两步进行：第一步编辑菜单是关键；第二步是设置任意函数信号波形的输出。下面以设置一个10级阶梯波信号为例说明设计方法和步骤。

1. 编辑菜单

(1) 打开仪器电源开关，屏幕显示幅度默认设置值100.0mVpp~，先点

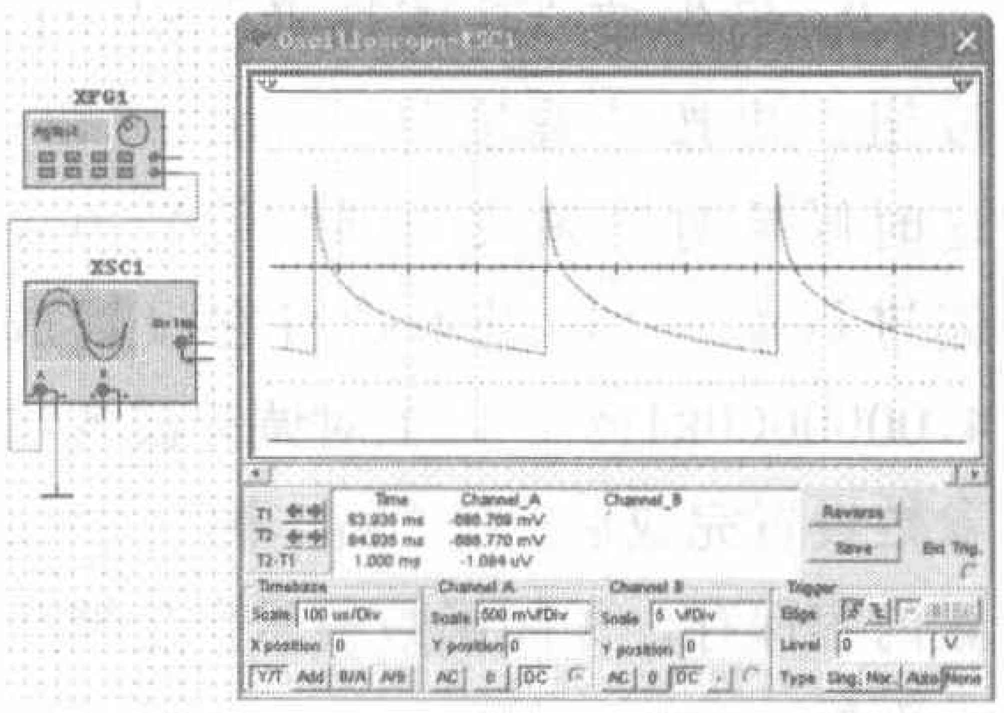


图6

击"功能切换"(Shift)按钮，再点击"回车键"(Enter)按钮，屏幕先显示"MENUS"并很快消失，然后显示"A：MOD MENU"，且"A："处于闪烁状。

(2) 点击面板上">"按钮两次，屏幕显示"C：EDIT MENU"，且"C："处于闪烁状。

(3) 点击面板上"∨"按钮，屏幕显示"COMMANDS"字样并很快消失，屏幕显示"1: NEW ARB"且"1: "处于闪烁状。此处表示创建一个新的任意(Arbitrary)函数波形。点击面板上"∨"按钮，屏幕显示"PAMAMETER"字样并很快消失，屏幕显示"CLEAR MEM^{Arb}"，再点击"回车键"(Enter)，屏幕显示"SAVED"字样并很快消失，表示设置已被保存。

(4) 上述保存设置后，屏幕显示回到"1：NEW ARB"状态，点击面板上">"按钮，屏幕显示"2: POINTS"字样，且"2："字样处于闪烁状，点击"∨"按钮，屏幕显示PAMAMETER字样，并很快消失，屏幕显示"∧008 PNTS^{Arb}"，且符号"∧"和右上角字母"Arb"交替闪烁。

(5) 点击面板上">"按钮，屏幕显示"008 PNTS^{Arb}"字样，且"0"字样和右上角字母"Arb"交替闪烁，点击面板上">"按钮，使十位数字和个位数字先后处于闪烁状，配合键盘上的数字键输入，将屏幕显示设成"025 PNTS"，表示设置的10级阶梯波上需要0～24共25个采集点，最后点击面板上"回车键"(Enter)按钮，将以上设置保存。

(6) 面板屏幕显示回到图1初始状态，点击面板上"功能切换"(Shift)按钮，再点击面板上的"<"按钮，屏幕显示"2：POINTS"字样，且"2："字样处于闪烁状，点击面板上">"按钮，屏幕显示"3: LINE EDIT"字样，再点击面板上"∨"按钮，屏幕显示PAMAMETER字样，并很快消失，屏幕显示"000：∧0.0000^{Arb}"，且符号"∧"和右上角字母"Arb"交替闪烁。

(7) 下面要对25个采集点进行逐个设置，10级阶梯波及25个取样点如图7所示。屏幕显示的"000：∧0.0000"中：前3个0，为采样点编号，共可设置999个采样点；符号"∧"可以通过点击面板上的"∨"按钮设置成"—"号；后面的"0.0000"，可以通过点击面板上的">"按钮，使每一位激活处于闪烁状，并通过键盘上的数字键输入数据，输入数据范围在−1～+1之间。初始时，屏幕显示的"000: ∧0.0000^{Arb}"中符号"∧"和右上角"Arb"交替闪烁，点击面板上的"∨"按钮，符号"∧"变成"—"号，且个位的"0"变成闪烁状，然后点击面板上的">"按钮，使十分之一位的"0"变成闪烁状，通过键盘上的数字键输入数据"5"，屏幕显示的"000：−0.5000^{Arb}"，这就是第一个取样点0的设置，点击"回车键"(Enter)将它保存；屏幕自动进入下一个取样点的设置，显示"001：∧0.0000^{Arb}"，且符号"∧"和右上角"Arb"交替闪烁，图7中取样点1、2和3的设置和取样点0的设置完全相同，不再重述。再举取样点18和19的设置，当设置完取样点17后，屏幕自动进入下一个取样点的设置，显示"018：∧0.0000^{Arb}"，且符号"∧"和右上角"Arb"交替闪烁，直接点击面板上的">"按钮，符号"∧"消失，个位0处于闪烁状，点击面板上的">"按钮，使十分之一位的"0"变成闪烁状，通过键盘上的数字键输入数据"3"，屏幕最终显示"018：0.3000^{Arb}"，再点击"回车键"(Enter)将它保存，第19个取样点的设置和第18点一样，其他各点设置可以参照上述方法和步骤进行，此处不再一一赘述。每个点设置好，不要忘记点击"回车键"(Enter)将设置值保存。

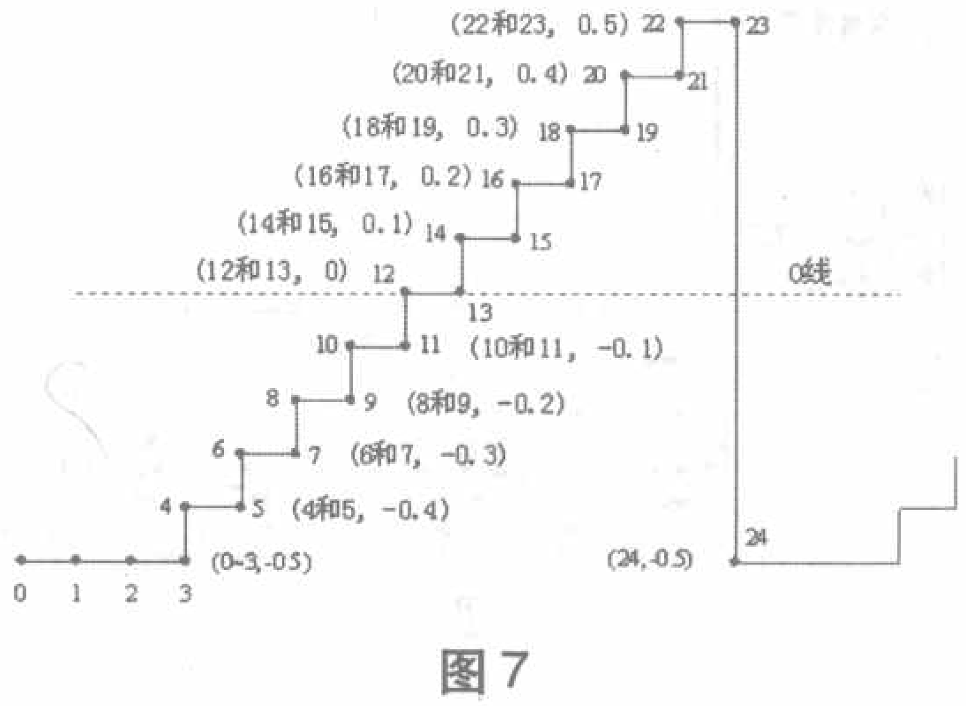


图7

(8) 当设置完最后一个取样点24，点击"回车键"(Enter)将设置值保存后，先点击"功能切换"(Shift)按钮，再点击面板上的"∧"按钮，屏幕显示"3: LINE EDIT"字样，再连续点击面板上的">"按钮三次，屏幕显示"6：SAVE AS"字样。

(9) 点击面板上的"∨"按钮，屏幕显示PAMAMETER字样，并很快消失，屏幕显示"ARB1 *NEW*^{Arb}"，点击面板上的"回车键"(Enter)按钮，屏幕显示SAVED字样，并很快消失，表示已将上述设置新的10级阶梯波形资料保存，屏幕显示回到图1所示初始状态，至此设置任意信号波形的编辑菜单内容完成。

2. 输出10级阶梯波形信号

(1) 在图1初始状态下，先点击"功能切换"(Shift)按钮，再点击"任意波"(Arb)按钮，屏幕显示"SINC~"，再点击面板上">"按钮5次，屏幕显示"ARB1~"。

(2) 再点击面板上"任意波"(Arb)按钮，屏幕显示"ARB1^{Arb}"，最后点击"回车键"(Enter)按钮将设置保存。

(3) 屏幕显示回到波形幅度调整，用鼠标左键按住屏幕右侧圆形旋钮，顺时针方向转，使输出阶梯波形幅度为1.000Vpp^{Arb}。

(4) 点击"波形频率"(Freq)按钮，调整和设置输出阶梯波形频率为2.0000000kHz^{Arb}。

(5) 点击"回车键"(Enter)按钮，将以上设置保存。按图8(左侧)连好仿

单片机编程技巧

MCS-51系列单片机的软件复位方法

文/张良钿

在单片机系统的应用中，我们经常需要用到复位技术来实现抗干扰。有的单片机（如8098）有专门的复位指令，某些增强型MCS-51系列单片机虽然没有复位指令，但片内集成了看门狗（WATCHDOG）电路，可以很容易实现复位。而普及型MCS-51系列单片机（如8031和8032）既无复位指令，又不带硬件看门狗，如果不外接硬件看门狗，就必须采用软件复位技术。所谓软件复位就是用一系列指令来模仿复位操作。在MCS-51系列单片机中，只要用指令使程序从起始地址（0x0000）开始执行，就可以复位单片机。本文介绍三种用C语言实现软件复位的简单方法。

方法一

```
void Reset(void)
{unsigned char code rst[]={0xe4,0xc0,0xe0,0xc0,0xe0,0x32};
 (*((void (*)(void))(rst)))();
}
```

先来看一下这段程序编译后的汇编码：

```
C:0x0015 E4 CLR A //清除ACC=0
C:0x0016 C0E0 PUSH ACC (0xE0) //压0到堆栈——8位
C:0x0018 C0E0 PUSH ACC (0xE0) //再压0到堆栈——再8位
C:0x001A 32 RETI //清除中断激活标志并返回到0x0000执行
C:0x001B 020015 LJMP C:0015
```

可以发现，数组rst[]中的内容恰恰是上面前四行的汇编机器码，即程序中将代码当作数组的数据来存储。再来研究后面的那句函数调用(*((void (*)(void))(rst)))()，rst是数组名（即数组首元素地址），(void(*)(void))是函数指针的强制类型转换运算，(void(*)(void))(rst)是将数组名rst强制转换成一个无参数无返回值的函数的指针，指向rst的首地址。只需调用(*((void (*)(void))(rst)))()，即可将数组中的数据当作函数代码来运行，因为无论是数据还是代码都是以二进制存储的，本质上是相同的。

方法二

```
void Reset(void)
{ (*(void (*)( ))0) ( );
}
```

这段程序比方法一中的更为简洁。与方法一类似，它也是使用函数指针的强制类型转换运算将函数指针指向一个非函数的地址，但不同的是它直接指向程序起始地址0x0000，方法一先指向数组rst，再利用数组中的机器码使程序跳转到0x0000。它编译后的汇编只有一句LCALL C_STARTUP (C:0000)。

方法三

```
void Reset(void)
{  VoidFunc(); //请注意，函数VoidFunc()在程序中未定义
}
```

上面的VoidFunc()函数虽然没有定义，但在Keil环境中编译时只是警告，并不报错。编译后的汇编码为LJMP C_STARTUP(C:0000)，同方法二极为相似，使程序跳转到0x0000开始执行，同样实现了软件复位的功能。这种做法最为简单，但不符合ANSI C标准中函数应先定义后调用的要求，在其他某些环境中可能无法编译通过，因此不推荐。

总结

我们知道，在MCS-51单片机的所有指令中，只有RETI指令能清除中断请求标志。因此只有方法一能在中断子程序中被调用，方法二和方法三都不能，否则系统复位后，中断请求标志仍在，可能造成系统刚复位就错误地进入了中断子程序。实际应用中应根据实际情况，选择合适的方法。

真电路，打开仿真开关，双击虚拟示波器图标，从虚拟示波器放大面板上可以看到以上设置的10级阶梯信号波形。

结束语：电子仿真软件MultiSIM 9中的Agilent函数信号发生器功能强大，操作也相应复杂一些，文中仅仅介绍了几个典型的例子，还有许多功能没有一一介绍，希望读者通过这几个例子的学习，触类旁通，举一反三，

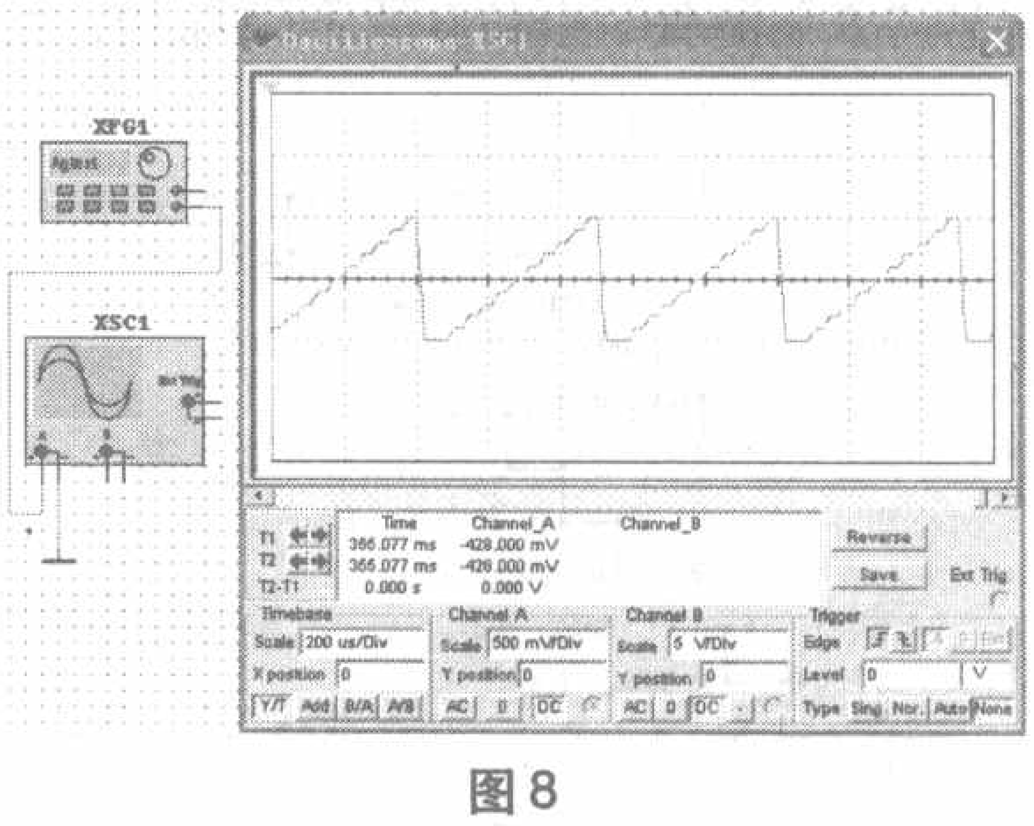
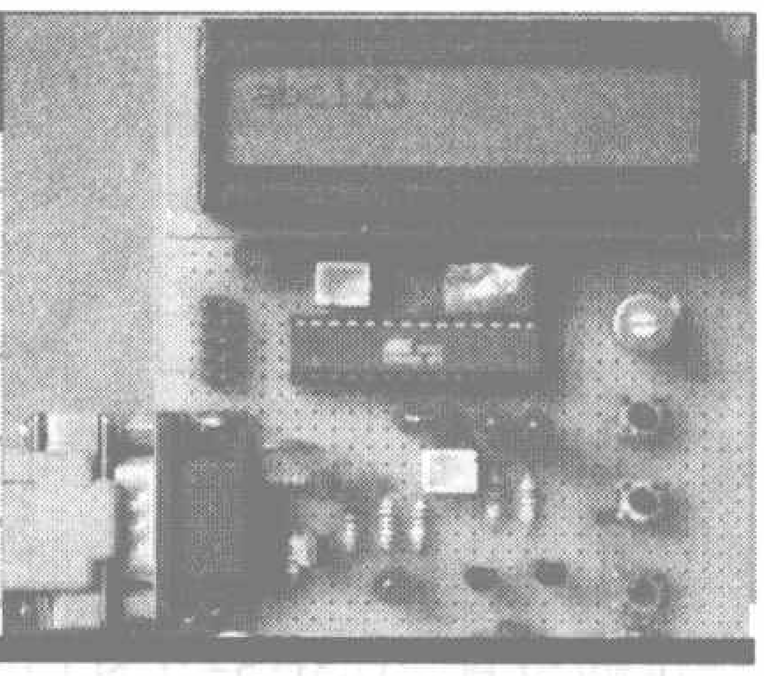


图8

自己去学会和参考其他书籍，使用Agilent函数信号发生器设置和输出更多的信号波形。受篇幅限制，不能将太多的插图放入文中，为便于读者学习，笔者已经将文中所述的每一步内容的彩色插图放入网站www.ttlcmos.com中，读者可登录网站了解更多有关MultiSIM的内容和观看清晰的彩色插图。

跟我做 AVR 单片机实验

单片机串口的应用



文 / 吴汉清

单片机的数据通信有两种方式：并行通信和串行通信。并行通信指数据字节的各位同时发送或接收；而串行通信是数据字长距离传输数据节一位一位按顺序发送或接收。并行通信传输线多，适用于短距离、快速度的通信；而串行通信仅需单线传输信息，适用于长距离传输数据，由于每次传送一位，所以传输速度比较慢。串行通信又分异步和同步两种方式，其中异步串行通信是最常用的方式。本文主要通过两个实例介绍单片机的异步串行通信功能和基本使用方法。

一、串行通信基本知识

ATmega8单片机带有一个全双工的同步／异步串行收发模块USART，模块由时钟发生器、数据发送器和接收器、控制寄存器等部分组成。异步串行通信的接线方式见图1，其中RXD为接收端，TXD为发送端。数据通信以帧为传输单位，每一帧包含1位起始位0、8位或9位数据、1位奇偶校验位和1位停止位1。传输格式见图2。

下面介绍与USART相关的几个寄存器，为了节省篇幅，只对编程中要用到的相关内容进行介绍。

1. 数据寄存器UDR

数据寄存器UDR用来存放要发射或者接收的数据，UDR可读可写，

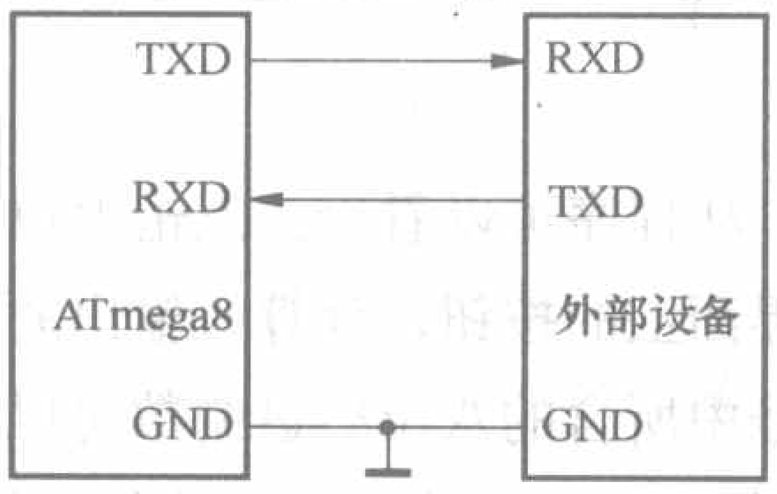


图1

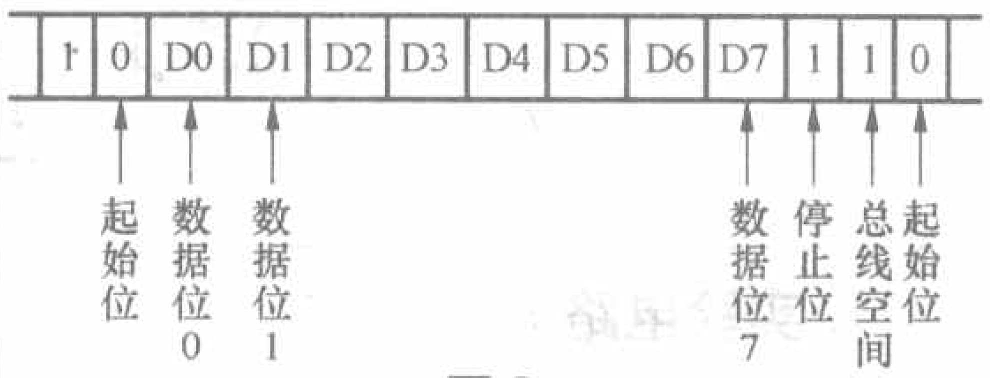


图2

初始值为0x00。

2. 控制和状态寄存器UCSRA、UCSRB、UCSRC

UCSRA的定义见表1。

表1

位	7	6	5	4	3	2	1	0
UCSRA	RXC	TXC	UDRE	FE	DOR	PE	U2X	MPCM

UCSRA的初始值为0x20。

RXC位为USART接收完成标志位，数据寄存器中有未读出的数据时RXC 置位，否则清零。接收器禁止时，数据寄存器被刷新，导致RXC 清零。RXC 标志可用来产生接收结束中断。

TXC位为USART发送完成标志位，发送移位缓冲器中的数据被送出，且当发送缓冲器（UDR）为空时TXC置位。执行发送结束中断时TXC 标志自动清零，也可以通过写1 进行清除操作。TXC 标志可用来产生发送结束中断。

UDRE位为数据寄存器空标志位，标志指出发送缓冲器(UDR)是否准备好接收新数据。UDRE为1说明缓冲器为空，已准备好进行数据接收。UDRE标志可用来产生数据寄存器空中断。复位后UDRE 置位，表明发送器已经就绪。

UCSRB的定义见表2。

表2

位	7	6	5	4	3	2	1	0
UCSRB	RXCIE	TXCIE	UDRIE	RXEN	TXEN	UCSZ2	RXB8	TXB8

UCSRB的初始值为0x00。

RENC位为数据接收允许标志位，置位后将启动USART 接收器。RXD 引脚的通用端口功能被USART功能所取代。

TXNC位为发送数据允许标志位，置位后将启动USART 发送器。TXD 引脚的通用端口功能被USART功能所取代。TXEN清零后，只有等到所有的数据发送完成后发送器才能够真正禁止，即发送移位寄存器与发送缓冲寄存器中没有要传送的数据。

UCSRC的定义见表3。

表3

位	7	6	5	4	3	2	1	0
UCSRC	URSEL	UMSEL	UPM1	UPM0	USBS	UCSZ1	UCSZ0	UCPOL

UCSRC的初始值为0x86。

UCSRC 寄存器与UBRRH 寄存器共用相同的I/O 地址。

URSEL位为寄存器选择标志位，通过该位选择访问UCSRC 寄存器或UBRRH 寄存器。当读UCSRC 时，该位为1；当写UCSRC 时，该位必须写入1。

UMSEL位为模式选择标志位，通过这一位来选择同步或异步工作模式。UMSEL =0 为异步模式，UMSEL =1为同步模式。

UPM1～0位为奇偶校验模式，这两位设置奇偶校验的模式并使能奇偶校验。如果使能了奇偶校验，那么在发送数据时，发送器都会自动产生并发送奇偶校验位。对每一个接收到的数据，接收器都会产生一奇偶值，并与UPM0 所设置的值进行比较。如果不匹配，那么就将UCSRA 中的PE

表4

UPM1	UPM0	校验方式
0	0	无校验
0	1	保留
1	0	使能偶校验
1	1	使能奇校验

置位。校验方式见表4。

USBS位为停止位选择标志位，通过这一位可以设置发射帧中停止位的位数。接收器忽略这一位的设置。USBS=0为1位停止位，USBS=1为2位停止位。

UCSZ1～0位为字符长度标志位，UCSZ1～0与UCSRB寄存器的UCSZ2位结合在一起可以设置数据帧包含的数据位数(字符长度)具体设置见表5。

表5

UCSZ2	UCSZ1	UCSZ0	字符长度
0	0	0	5位
0	0	1	6位
0	1	0	7位
0	1	1	8位
1	1	1	9位

3. 波特率寄存器UBRRL和UBRRH

UBRRL和UBRRH的初始值均为0x00。

UBRRH的最高位URSEL为寄存器选择标志位，用于选择确定UCSRC寄存器和UBRRH寄存器的操作。如果读UBRRH寄存器，该位为0。当写UBRRH寄存器时，该位必须写入0。

寄存器UBRRH的低4位和寄存器UBRRL的8位构成一个12位的UBRR寄存器，用于USART传送或接收波特率（BAUD）的设置。

波特率是信号传递的速率，在二进制信号中其值等于每秒钟传送多少位二进数。在异步通信正常模式下波特率的计算公式为$BAUD=f_{osc}/16$(UBRRH)，式中f_{osc}为单片机系统时钟频率。

二、串口的应用实验

本文通过两个实验来介绍串口的应用，两个实验都是计算机和ATmega8单片机串口通信的实例。

实验一 PC控制电源开关

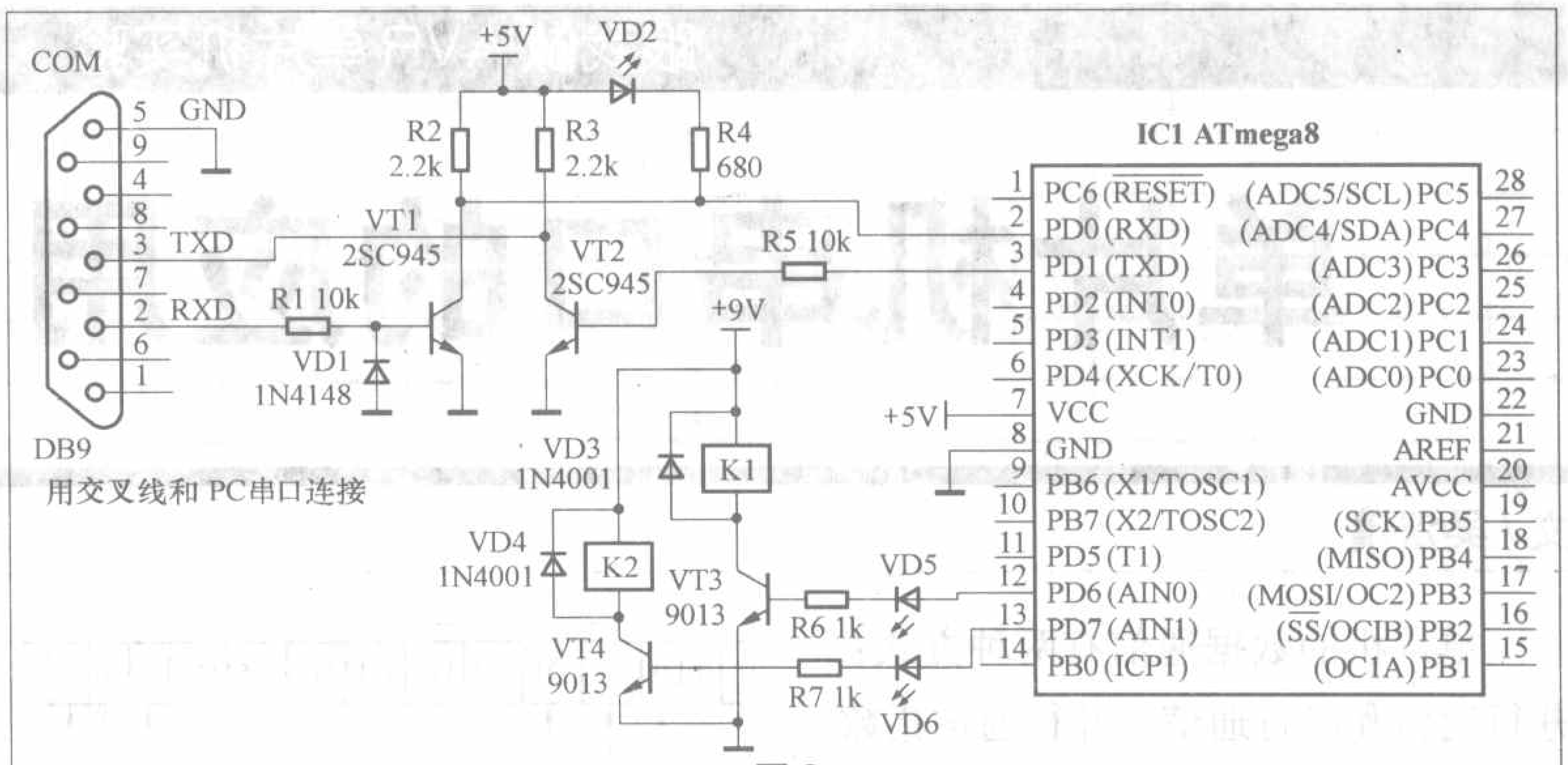


图3

1. 实验电路

实验板上与本实验相关的电路见图3，这个实验是通过计算机对实验板上继电器K1、K2进行控制，即通过计算机用串行通信控制ATmega8的（PD6、PD7）脚的输出状态。

2. 程序设计

本实验的程序由上位机(计算机)程序和下位机（单片机）程序两部分组成。串口通信采用8位数据位，1位停止位，无校验位。波特率为9600。

上位机程序是安装在计算机上的串口应用程序，主要作用是向RS-232C端口发送控制信号、接收和处理返回信号。上位机程序由笔者用VB语言编写，在编写和使用时均要使用MSComm通信控件。软件的界面如图4所示，当用鼠标单击某一开关按钮时，其上面的圆形指示灯状态就会发生变化，红色表示电源打开，黑色表示电源关闭，对应单片机控制的继电器也会发生相应的变化。程序界面上的串口指示灯作串口工作状态指示，串口通信正常时状态为绿色，反之为黑色。软件还可以对使用的串口进行选择。

图4

下位机程序如下：

```
#include <iom8V.h>
unsigned char temp;
void main(void)
{
  DDRD=0xff; //设置D口为推挽1输出
  PORTD=0x00;
  OSCCAL=0xaa;//校正内部RC振荡器频率，不同的芯片参数有差异
  UCSRB=0x18;//RXD、TXD使能
  UBRR=51;//9600bit/s,8.0M
  UCSRC=0x86; //8位数据，1位停止位，无校验
  while(1)
  {
    while(!(UCSRA&0x80)); //等待接收完成
    temp=UDR; //接收数据
    PORTD=temp; //将数据输出到D口
    while(!(UCSRA&0x20)); //等待移位寄存器空
    UDR=temp; //发送数据，让上位机检验串口是否工作
  }
}
```

从程序可以看出：点击上位机软件界面上的按钮，计算机输出的串行信号中所含的八位二进制数可以用来控制ATmega8的D口的工作状态，由

于只有两路输出，因此实际上只要控制PD6、PD7就可以了。点击“开关1”按钮可以改变PD6的输出状态，点击“开关2”按钮可以改变PD7的输出状态。点击“全部开启”按钮PD6、PD7均输出高电平1；点击“全部关闭”按钮PD6、PD7均输出低电平0。PD6、PD7的输出电平决定继电器K1、K2的工作状态。

3. 控制实验

先将程序目标文件写入单片机，再接好串口通信线，通信线的接线方法见图5。打开实验板的电源，运行上位机程序文件夹中的电源开关控制器.exe可执行文件，如果出现缺少控件的提示，只先执行一下install.bat即可。点击上位机软件上的命令按钮，我们发现实验板上的发光二极管VD5、VD6发光状态会随之发生相应的变化，与之对应的继电器的工作状态也会发生相应的变化。

如果我们把继电器的触点串联在电源插座上，再将家用电器的插头插在这个电源插座上就可以用计算机对家用电器的开关进行控制了。

实验二 串口通信

1. 实验电路

实验板上与本实验相关的电路见图6，这个实验主要用来演示计算机与单片机收发字符串的实验。计算机通过软件“串口调试助手”将字符串发送给单片机，单片机将收到的字符串

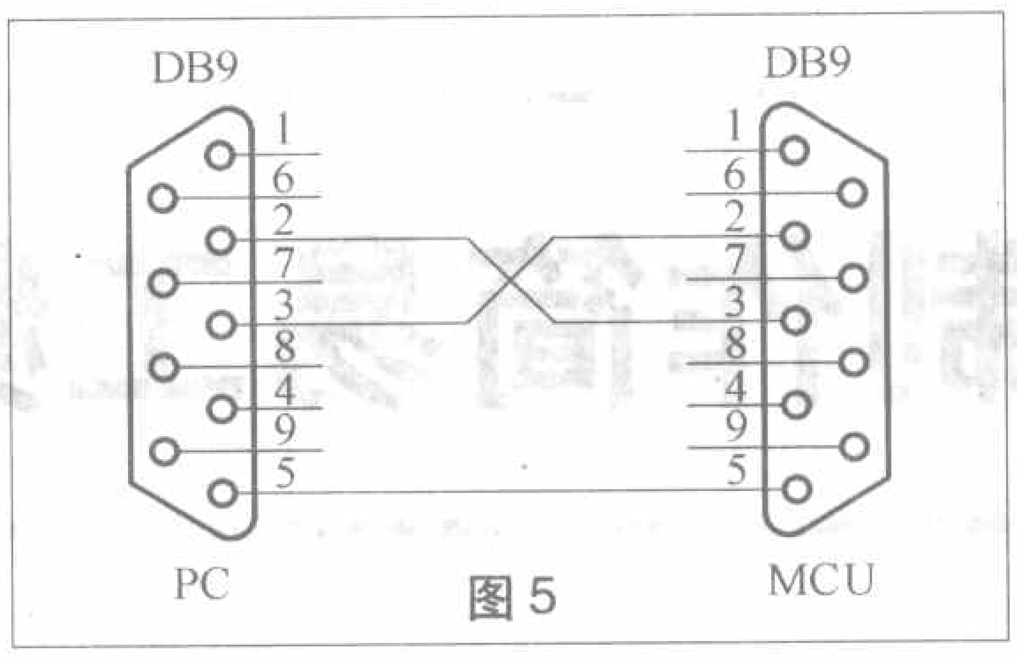


图5

在LCD显示屏上显示，并自动将字符串回发给计算机。

2. 程序设计

计算机上的程序使用“串口调试助手”，用来通过串口发送和接收字符串。这个实验中串口传递的是字符的ASC码，一个字符的ASC码正好是8位二进制数，所以一帧信号即可传递一个字符。

单片机程序中的主程序如下：

```
void main(void)
{
 uchar i;
  DelayMs(500); //启动等待，等LCD进入工作状态
  Init(); //初始化
  while(1)
  {
   Display(0,0,RS_Data);// 显示接收数据
    for(i=0;i<6;i++)
    {
     while(!(UCSRA&0x80)); //等待接收完成
      RS_Data[i]=UDR; //接收数据
    }
    for(i=0;i<6;i++)
    {
     while(!(UCSRA&0x20)); //等待移位寄存器空
      UDR=RS_Data[i]; //发送数据
    }
  }
}
```

程序中的数组RS_Data[]用来存储接收和发送的字符串。RS_Data[]的初始值为RS_Data[]=“Hello!”，接收和发送均使用循环语句，因为接收和发送的字符数为6个，所以循环次数为6次。

3. 通信实验

用串口通信线连接好计算机和实验板后，接通实验板的电源，这时实验板LCD显示屏显示的是：“Hello!”。在计算机上打开串口调试助手软件，对串口按波特率9600、8位数据位、1位停止位、无校验设置。在发送区随便填写6个字符，比如abc123，点击“手动发送”按钮，我们会发现LCD显示屏显示：abc123（见题图），同时串口调试助手接收区也收到单片机回发的字符串，如图7所示。

本文的配套源程序和相关资料见本期配刊光盘。

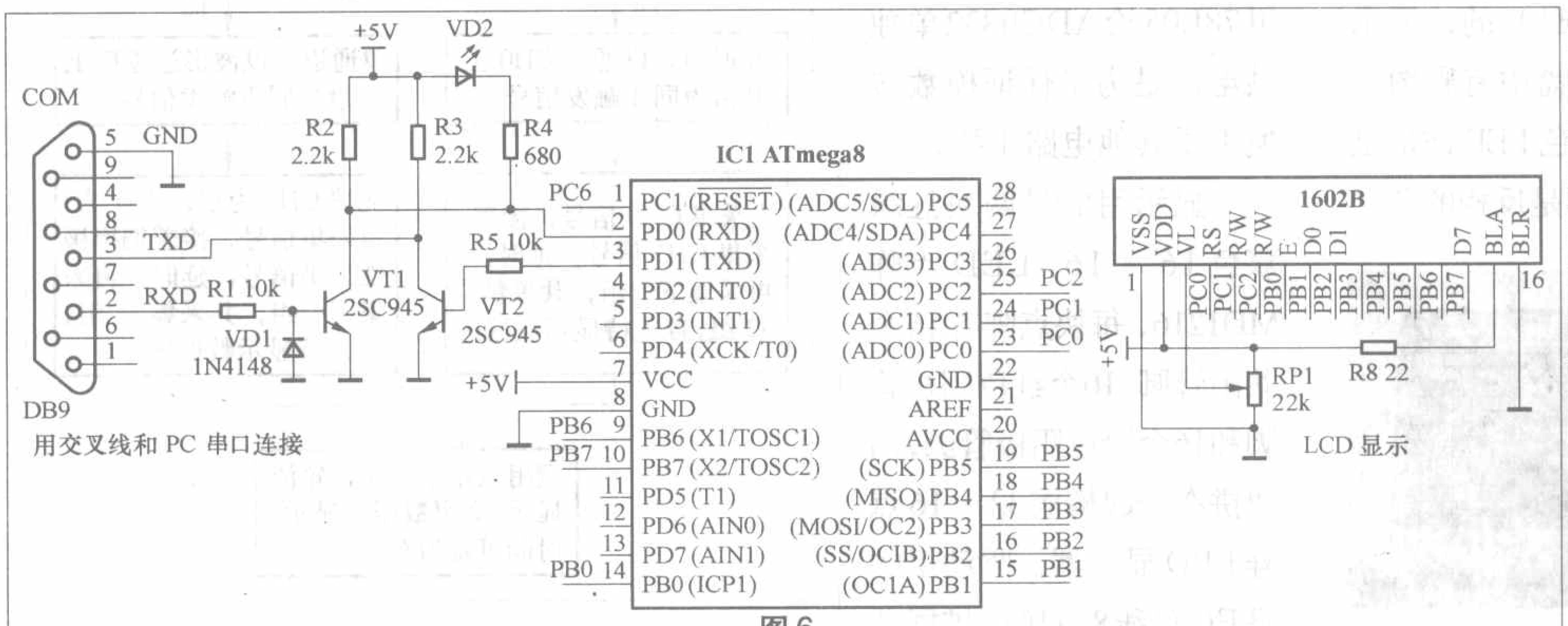


图6

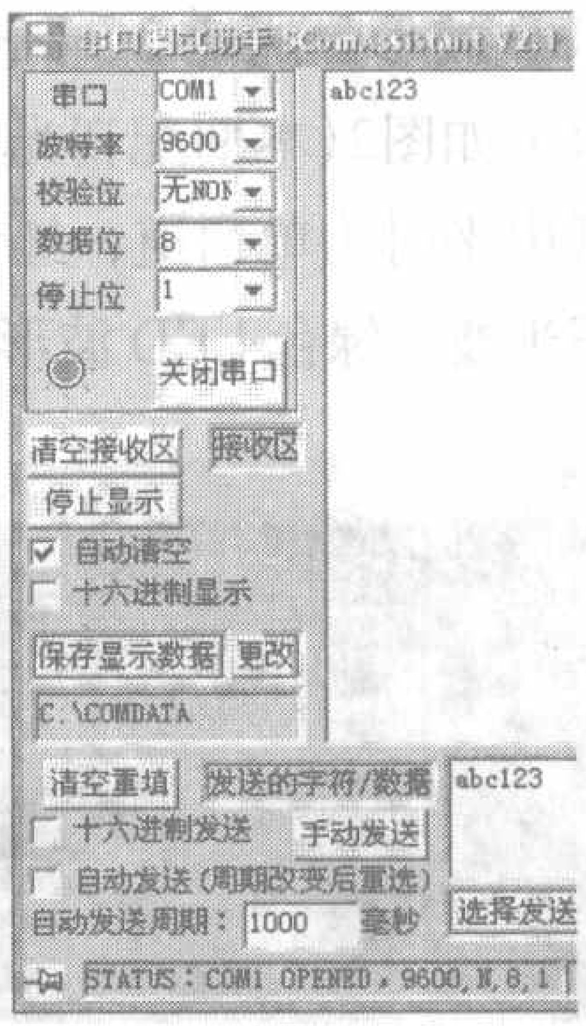


图7

用单片机制作简易工频示波器

文/周长锁

在维护应用了晶闸管(可控硅)的电力电子设备过程中，经常要用到示波器察看触发信号和输出波形，用普通示波器体积大、笨重，而且示波器外壳接地，测量强电电路有一定危险。为此笔者制作了简易工频示波器，精度低些，但能满足工频测试需要。

一、电路原理

这款工频示波器电路主要由单片机、AD转换和LED点阵显示三部分电路组成，原理见图1。

电路的核心用的是飞利浦公司的单片机P89LPC901，其特点是外围电路简单，有内部7.373MHz振荡器、1KB Flash程序存储器和128字节RAM，8脚SO-8或DIP-8封装。利用其P0.4、P0.5、P1.2端口与模数转换电路ADC0832通信，采集电压信号。用P3.0、P3.1端口模拟I²C总线与PCF8574通信，扩展输出端口驱动LED点阵显示测得波形。端口P1.5用来识别示波器工作状态，高电平时为双通道，但只能采集直流信号，红色LED波形是通道1（CH0）的，绿色LED波形是通道2（CH1）的，显示效果如图2(本期配刊光盘中有彩图)；低电平时为单通道，红色LED波形是正半波，绿色LED波形是反相的负半波，显示效果见图3。电源经过78L05稳压后再经LED降压为3.3V给单片机供电。

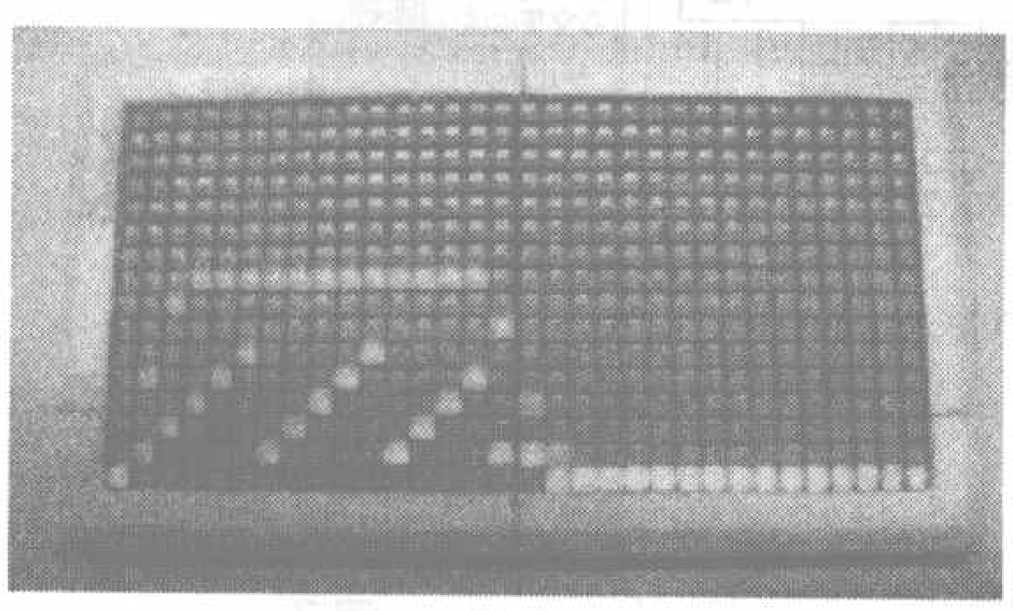


图2

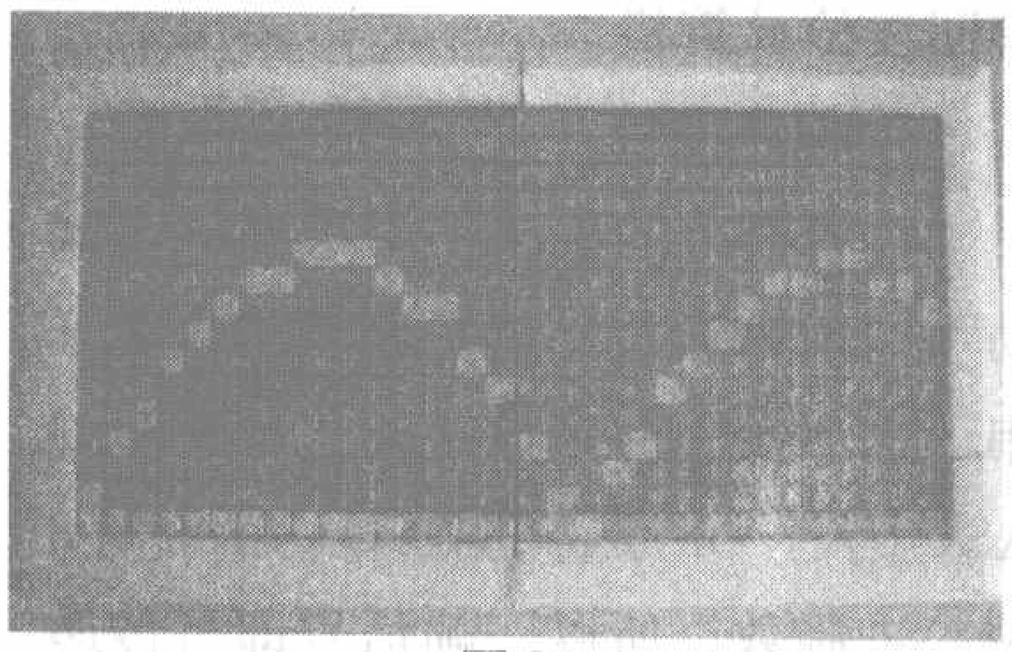


图3

模数转换电路ADC0832的输入可在通信时选择单端输入或是差分输入。单端输入时，有两个通道CH0和CH1，输入信号范围0~+5V。差分输入时只有一个通道，但是可以在通信时选择极性，这样在采集某时间点电压时变换极性采集两次，其中一次信号极性与通道极性一致，得到信号数据，另一次信号极性与通道极性相反，得到数据为零，这样就实现了交流信号的采集，输入信号范围-5V~+5V。用78L05给ADC0832单独供电，是为了保证模数转换不受其他电路干扰。

显示用的是两块红绿双色16×16 LED点阵MD1216，每块点阵有16个共阳管脚、16个红色阴极管脚和16个绿色阴极管脚，两块拼在一起构成32×16点阵LED显示器。驱动用的是I²C总线8位接口扩展芯片PCF8574，其输出低电平时具有大电流驱动能力，输出高电平时也能驱动LED，但电流较小，满足不了扫描显示所需大电流，电路中用三极管扩流。

二、编程与烧写程序

首先确定单片机的工作流程如图4所示。电路能显示2个16×16点阵字符，见图5。在源程序中更改字符点阵信息，能显示不同字符，开机显示

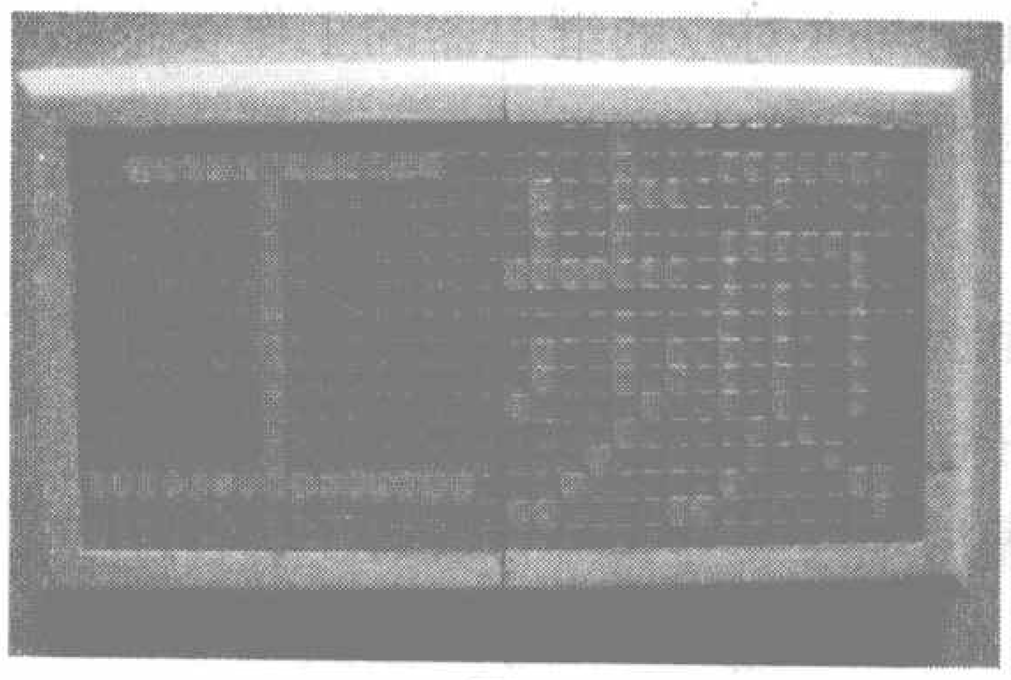


图5

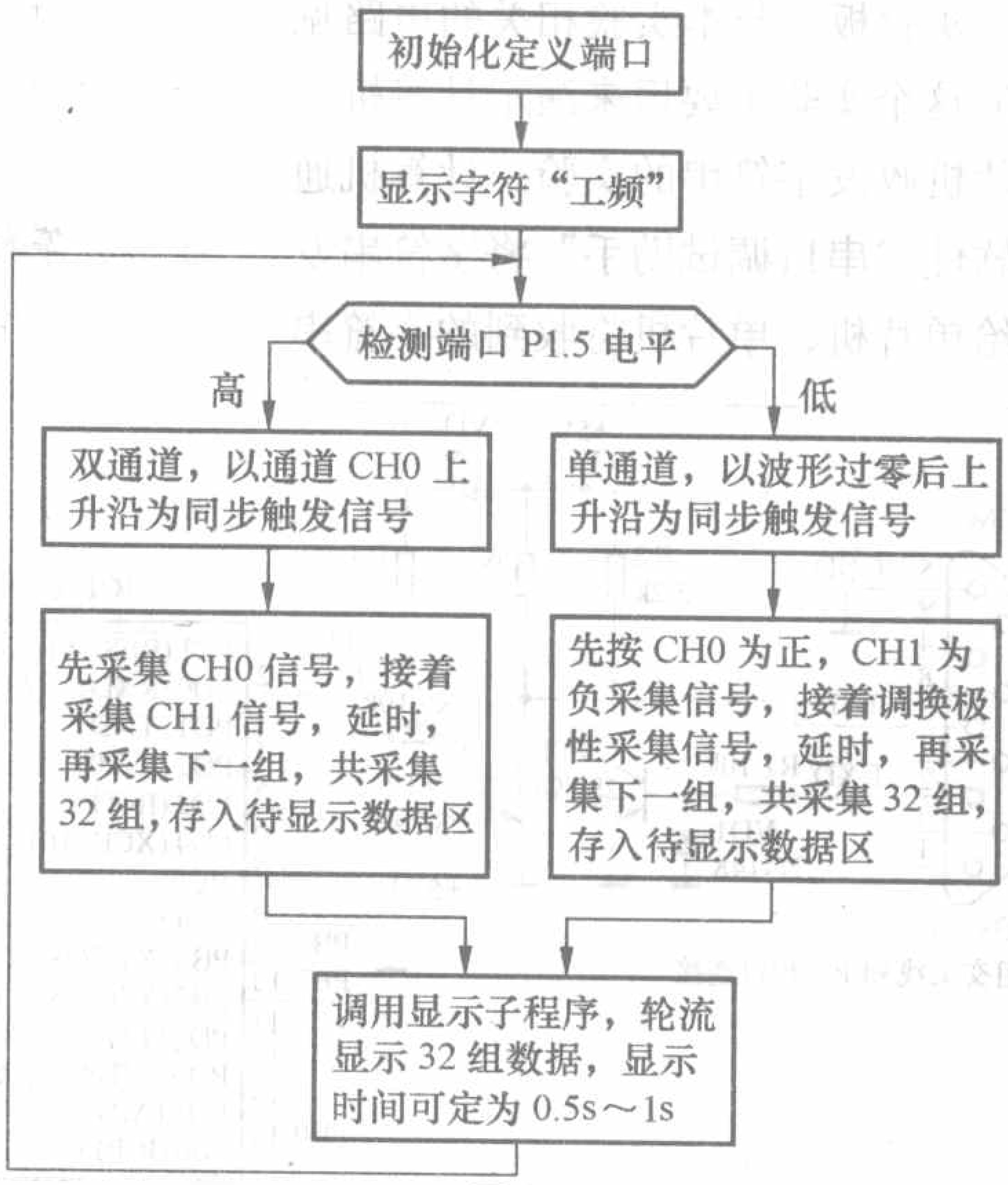


图4

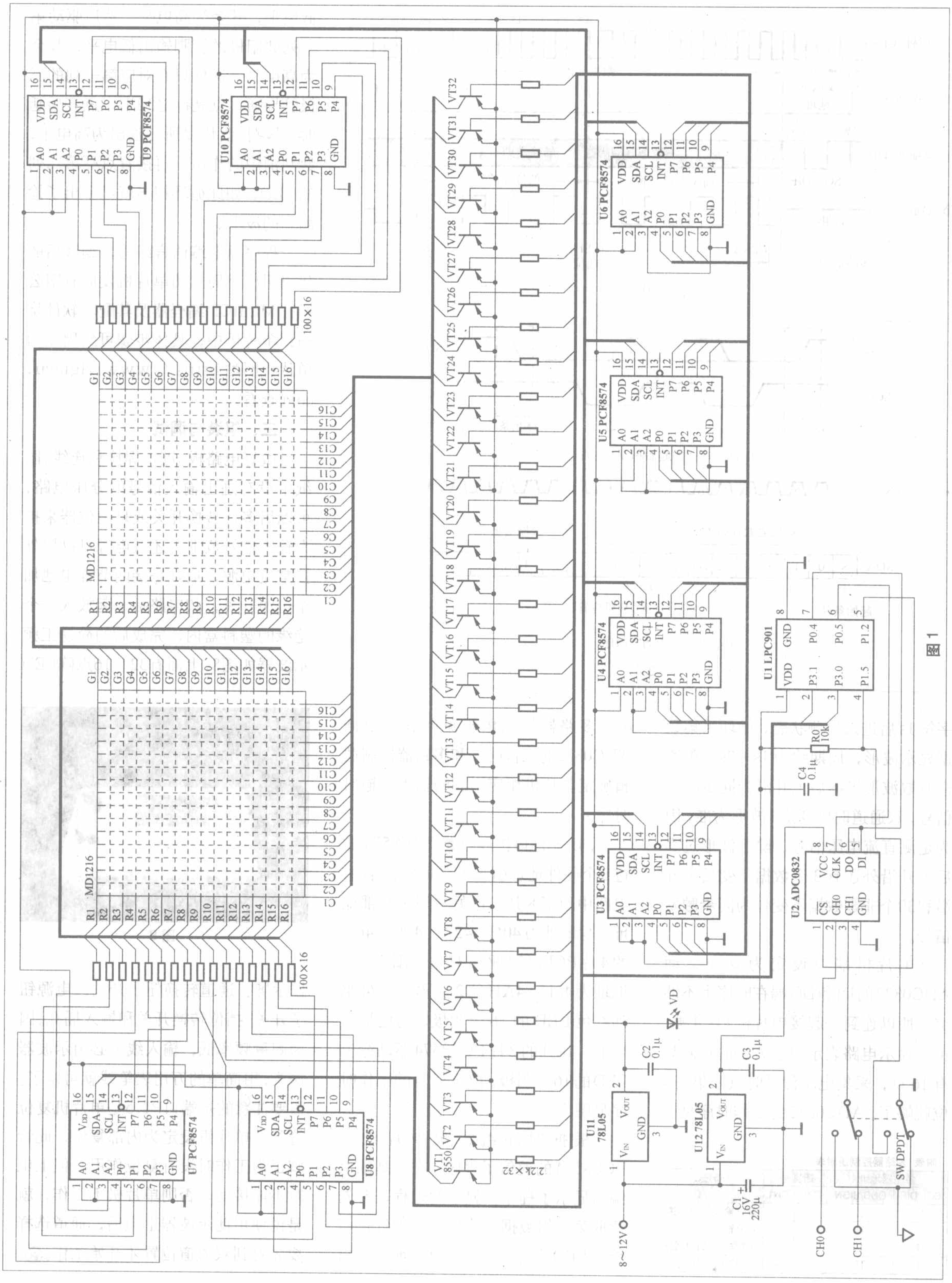

U1 LPC901
U2 ADC0832
U3 PCF8574
U4 PCF8574
U5 PCF8574
U6 PCF8574
U7 PCF8574
U8 PCF8574
U9 PCF8574
U10 PCF8574
U11 78L05
U12 78L05
MD1216
MD1216
100×16
100×16
2.2k×32
VT1 8550
R0 10k
C1 16V 220μ
C2 0.1μ
C3 0.1μ
C4 0.1μ
VD
SW DPDT
8~12V
CH0
CH1

图1

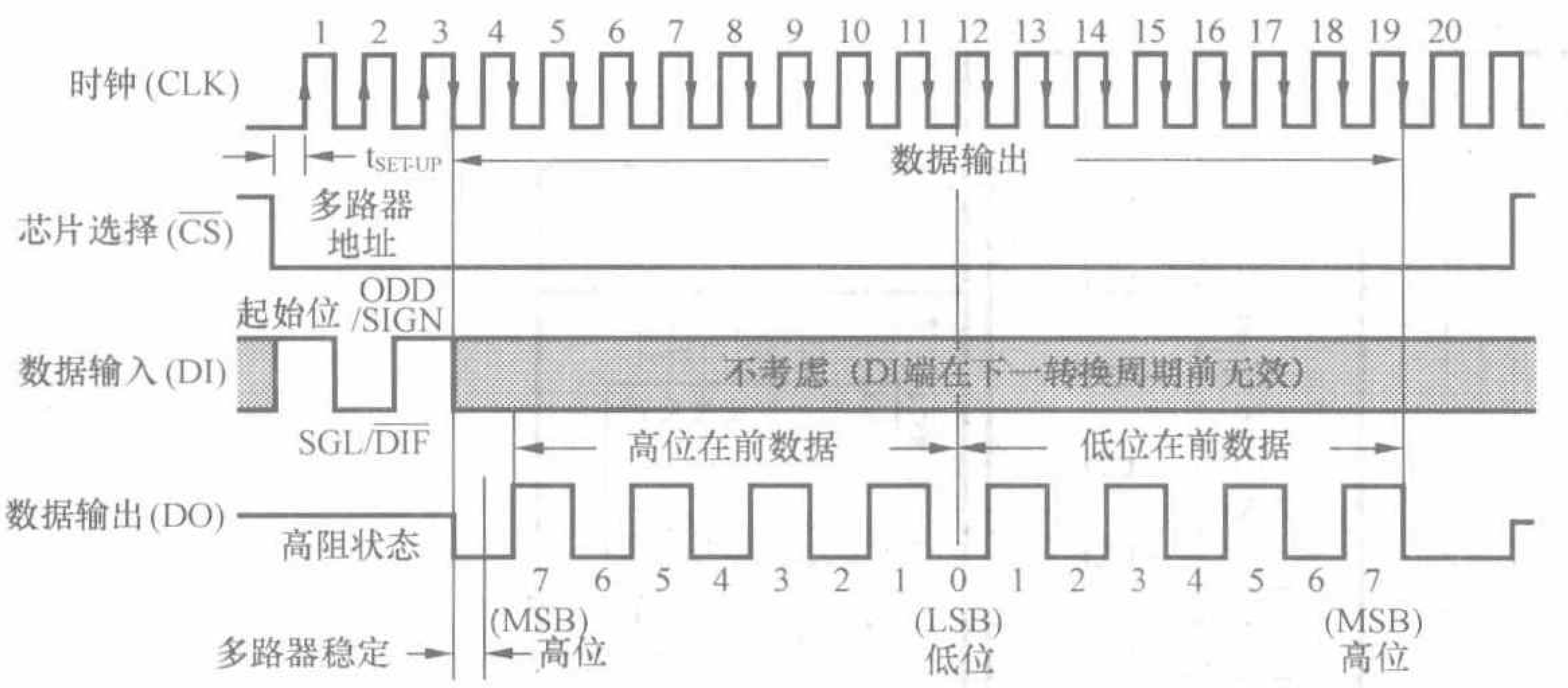
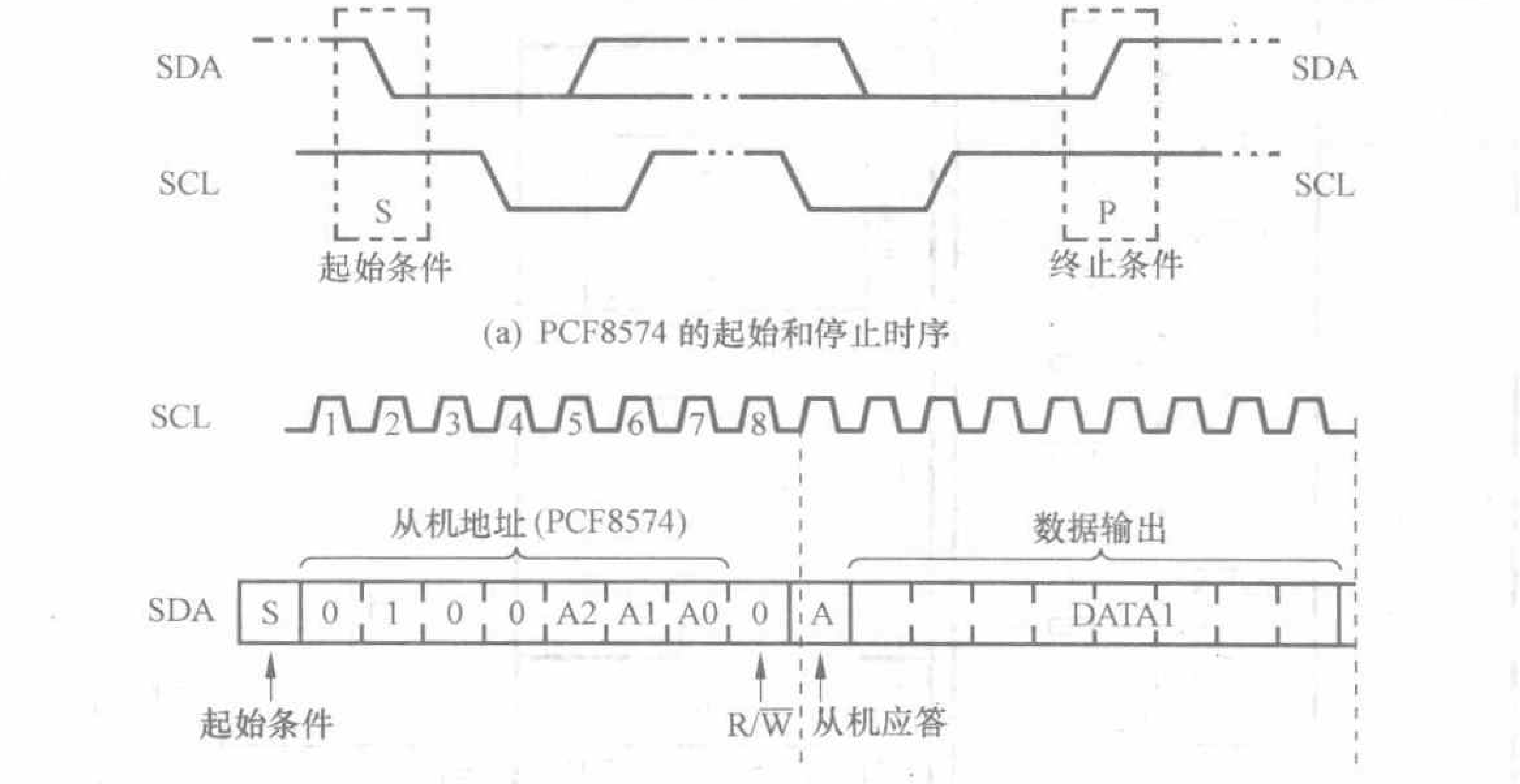


图6



(a) PCF8574 的起始和停止时序

(b) PCF8574 的写时序

图7

字符1s后进入检测状态，循环采集数据显示波形，周期约为1s～2s。单通道时取波形过零后上升沿为同步触发信号，双通道时以通道1波形为准，因为是测直流电压信号，除了波形过零后上升沿外还有3个数据不变后上升沿和30个非零数据不变作为同步触发信号。

单片机端口设定为双向，而ADC0832的DI和DO端在时序上不冲突，所以连到一起接单片机P0.4端。由于显示电路表示电压大小的点阵只有16点，采集电压信号时只采集高4位就够了。ADC0832的工作时序见图6，多路器控制逻辑见附表。根据ADC0832的工作时序和多路器控制逻辑确定单片机相应引脚的输入、输出时序。

附表 多路器控制逻辑表

多路器地址		通道号		备注
SGL/DIF	ODD/SIGN	CH0	CH1	
L	L	+	−	差分输入，单通道
L	H	−	+	差分输入，单通道
H	L	+		单端输入，CH0通道
H	H	·	+	单端输入，CH1通道

I²C并行口扩展电路PCF8574通过3个硬件地址引脚可寻址8个器件，电路中用了8片，刚好占用了全部地址。写地址为40H、42H、44H、46H的4片PCF8574驱动32位共阳极，写地址为48H、4AH的2片PCF8574驱动红色LED的16个阴极，写地址为4CH、4EH的2片PCF8574驱动绿色LED的16个阴极。PCF8574的工作时序见图7。

根据时序编写出单片机与PCF8574的通信子程序，在此基础上编写显示子程序。显示的过程是首先读取第一组数据，确定第一列红色和绿色LED点亮的位置，对应地址输出低电平，其余为高电平，然后驱动第一列共阳极的管脚输出低电平，其余为高电平，这样只有对应第一列的三极管导通，点亮特定LED，点亮后延时一段时间，恢复所有输出为高电平，起到消隐的作用，再接着点亮第二列的LED，如此循环扫描就显示出了检测到的波形。

程序用汇编语言编写，编译后的代码用广州周立功单片机发展有限公司的MiniICP编程器及其配套软件烧写到单片机中，具体步骤可到周立功单片机网站http://www.zlgmcu.com查看。

三、组装与调试

做好电路板，进行焊接和连线。图纸中没有画出输入信号的分压电路，可以用多挡转换开关或是电位器来扩大输入信号范围。还有电源可以用外接整流电源，最好是接两节锂电池加个电源开关，和电路板一起放入一个绝缘的塑料盒内，完成后的简易工频示波器如图8，上面有32×16点阵LED显示屏、通道转换钮子开关、电源钮子开关、挡位转换开关和输入插孔。因为测量频率低，输入线不必用示波器探头，用简单的万用表笔线就可以了。需要注意的是端口P1.5是单片机复位管脚，单片机设定为内部复位，此管脚正常工作时没有复位作用，但上电时不能接地，否则单片机不工作，就是说使用此示波器上电后，通道选择要先打到双通道位置才开始工作。

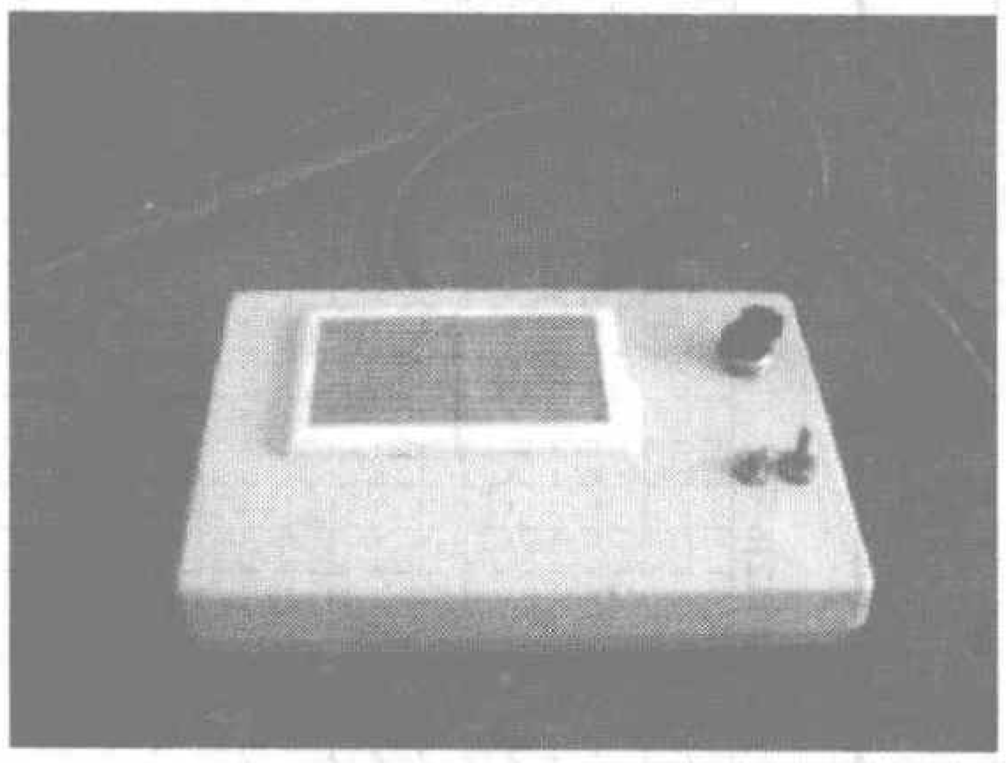


图8

巧改废旧冰箱为恒温培养箱

文/秦 辉

许多冰箱报废仅仅是制冷系统损坏，其箱体仍完好。本文介绍的升降温一体化智能温控器就是利用废旧冰箱的箱体来制作恒温培养箱，许多实验室需要恒温培养箱进行种子的发芽、组织细胞、微生物的培养等恒温实验，这对保护环境和节约资源有重要意义。该温控器自动化程度高、控温误差小、可靠性好。测试表明，用废旧冰箱改造的恒温培养箱具有良好性能。其主要性能指标如下：

1．控温范围：5℃～40℃

2．温度波动性允差：±0.2℃

3．温度均匀性允差：±0.5℃

废旧冰箱改造为恒温培养箱，首先将冰箱的制冷系统拆除，拆除过程中注意保护好箱体，然后将温控器、风扇安装在适当位置即可。恒温培养箱有时需要升温，有时需要降温，而目前市场上销售的温控器只具有升温或降温单一控制功能，而且控温精度低，不能满足恒温培养箱对控温的要求，为此笔者设计这个集升温与降温控制功能于一体的温控器，解决了废旧冰箱改造的技术问题。下面介绍该温控器的工作原理。

工作原理

恒温培养箱温控器的电路以单片机IC1 AT89C2051为控制单元，由其对电接点水银温度计WDJ（结构和工作原理见下文“元件选择”部分）的通、断状态进行检测，然后控制加热或制冷部件进行升温或降温。升温时，采用电热板加热；降温时，采用半导体制冷器降温，控温精度达到了较高水平。

恒温培养箱的电路原理图如图1所示。该电路主要由升、降温自动识别电路、升温和升温控制电路、降温和降温控制电路以及温度异常报警电路等组成。

1．升、降温自动识别电路

对电接点水银温度计WDJ设置一定的温度值后，可能出现两种情况：

（1）箱内温度未达到设置的温度值。此时WDJ为断开状态（不导通），运算放大器LM358（IC2A）的2脚为高电平，其3脚为R9与R11分压后得

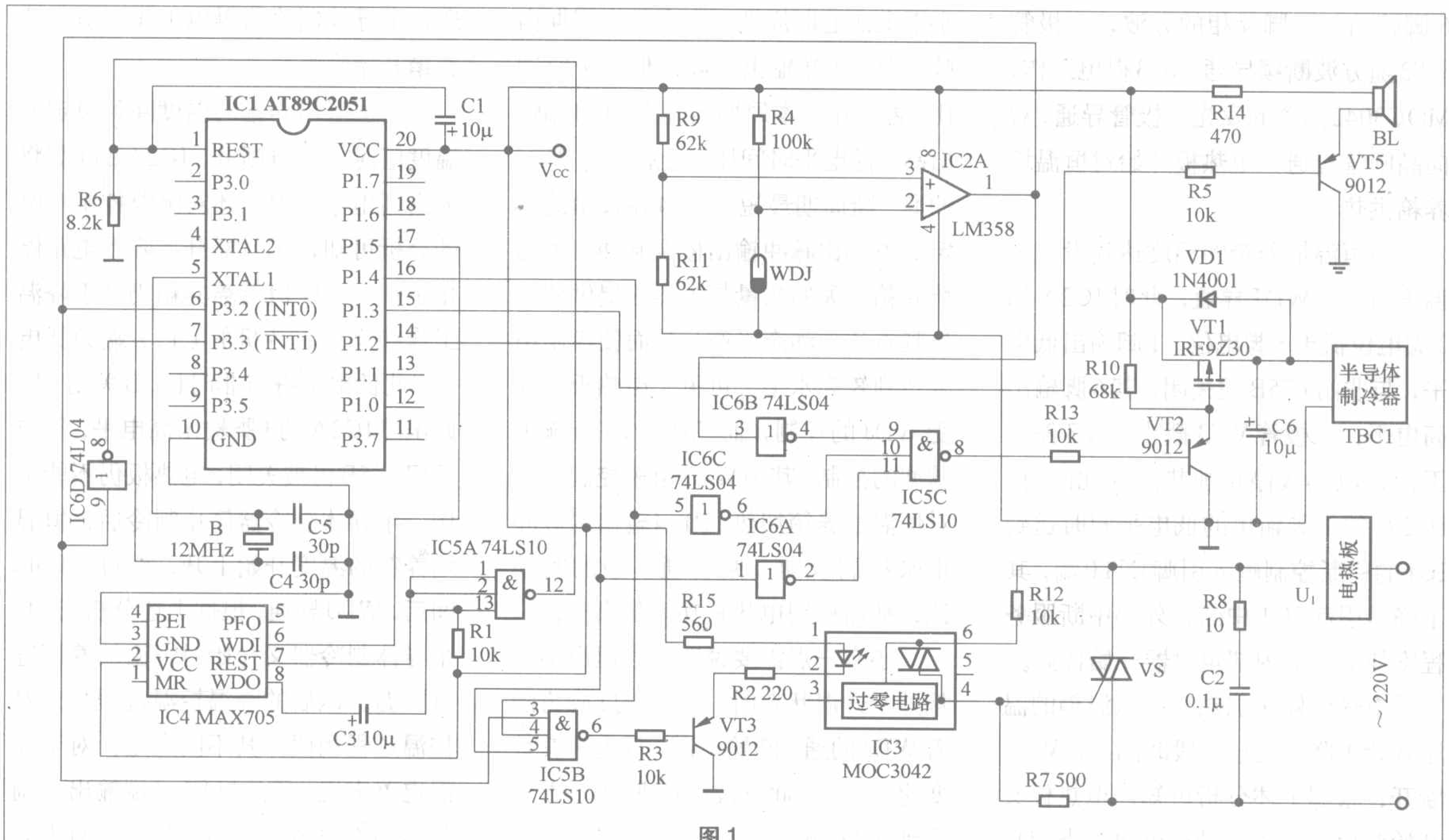


图1

到的固定电压，此时2脚电位高于3脚电位，1脚输出高电平。该高电平输入到IC1的6脚（$\overline{INT0}$端）；

（2）箱内温度已达到或超过设置的温度值。此时WDJ为导通状态，IC1的6脚为低电平。

温控器工作时，IC1上电复位初始化后，首先从6脚读入数据，并根据6脚电平高低识别需升温还是降温。由上述两种情况可知，若从6脚输入的数据为“1”，则说明恒温培养箱需要升温，否则需要降温。

2．升温和升温控制电路

当单片机识别出恒温培养箱需要升温时，IC1将P1.2端置位（输出高电平），该高电平输入到与非门IC5B（74LS10）的5脚，升温控制与非门IC5B被打开，而P1.2端输出的高电平经过反相器IC6A使IC5C的11脚为低电平，降温控制与非门IC5C被关闭，降温电路不能工作。当单片机识别出恒温培养箱需要升温时，IC1的P1.4端输出占空比为1∶1的方波，即IC5B的5脚为高电平，4脚为方波，其6脚输出与4脚反相的方波，三极管VT3随方波断续导通，IC3得电工作，MOC3042内含的发光二极管导通，双向晶闸管导通，电热板开始对恒温培养箱供热。

当恒温培养箱的温度达到设定的温度值时，WDJ导通，此时IC2A的2脚电位低于3脚电位，1脚输出低电平，与非门IC5B被关闭，其6脚输出高电平，三极管VT3截止，IC3停止工作，电热板停止加热。与此同时，IC2A的1脚输出的低电平同时送到IC1的中断控制输入引脚$\overline{INT0}$端，其下降沿引起IC1中断，外部中断服务程度使IC1的内部定时器开始计数。

电热板停止加热后，恒温箱的温序开始下降，经过一段时间后，WDJ断开，根据上述分析可知，电热板又开始对恒温培养箱进行供热。当加热到设定温度值时，WDJ导通，使IC2A的1脚再一次输出低电平。根据前面的分析可知，此低电平一方面使电热板停止加热；另一方面其下降沿又一次引起IC1中断，外部中断服务程序使IC1内部定时器TO停止计数。并对WDJ的通、断周期进行分析判断，根据不同情况置相应的标志位，然后中断服务程序使IC1内部定时器TO开始重新计数，并将本次WDJ的通、断周期存储起来，用来与下次通、断周期相比较。IC1内部定时器TO工作于方式2，当低位计时单元溢出时，将发出定时器TO中断，定时器TO中断服务程序完成由低位计时单元向高位计时单元的进位，总之，定时器TO构成了电子表式的计时器。主程序根据标志位进行计算处理，在基本周期（WDJ一次通、断周期）内按一定比例增大或减小P1.4端输出方波的占空比，按此时间比输出控温脉冲。这样在一定时间内，改变了VS的导通周波数，从而控制了电热板的功率。控制算法如下：若WDJ本次通、断周期小于上次通断周期，则在基本周期内减小P1.4端输出的高、低电平时间比，否则在基本周期内增大P1.4端输出高、低电平时间比，最后使得WDJ的通、断周期最短。P1.4端按由此确定的占空比脉冲输出控温脉冲，恒温培养箱散失的热量与电热板提供的热量基本达到动态平衡，从而使控制精度达到较高水平。可见，电热板不仅受WDJ的控制，而且还受P1.4输出脉冲的控制，其中WDJ用来控制是否对恒温培养箱加热，P1.4输出的脉冲用来控制双向晶闸管通、断的时间比，从而控制电热板功率的大小。

还有一点需要说明，当恒温培养箱处于升温状态时，IC2A的1脚将随着WDJ的通、断输出高、低电平交替变化的方波，此方波经过非门IC6B输入到IC5C的9脚。由于此时单片机的P1.2端输出高电平，此高电平经过非门IC6A反相后，IC5C的11脚得到低电平，降温控制与非门IC5C被关闭，降温电路不能工作，所以输入到IC5C的9脚的方波不能输入到降温电路。可见即使IC5C的9脚出现高电平，降温电路也不能工作。

3．降温和降温控制电路

降温控制电路的工作原理与升温控制电路的工作原理相似。当单片机识别出恒温培养箱需要降温时，将P1.2端复位（输出低电平），该低电平输入到与非门IC5B（74LS10）的5脚，升温控制与非门IC5B被关闭，其6脚输出高电平，三极管VT3截止，升温电路不能工作。同时P1.2端输出的低电平经过反相器IC6A反相后输入到IC5C的11脚，使其为高电平，降温控制与非门IC5C被打开。另外，当单片机识别出恒温培养箱需要降温时，单片机P1.4端输出占空比为1∶1的方波，即IC5C的11脚为高电平，10脚为方波，其8脚输出与10脚反相的方波，三极管VT1、VT2随方波断续导通，半导体制冷器得电工作，恒温培养箱开始降温。

当恒温培养箱的温度降到设定的温度值时，WDJ断开，IC2A的1脚将输出高电平。由上述对降温控制电路的分析可知，WDJ断开后降温电路停止工作。此时恒温培养箱仍处于降温工作状态，单片机的P1.2端为低电平，此低电平将与非门IC5B关闭。因此虽然IC2A的1脚输出高电平，但与非门IC5B仍被关闭，电热板仍不能工作。半导体制冷器停止制冷后，恒温培养箱的温度开始上升，经过一段时间后，WDJ导通，根据上述分析可知，半导体制冷器又开始对恒温培养箱进行降温。以后的降温控温过程与升温控温过程相似，其不同点是：对于升温电路来说，单片机P1.4端输出的调整后的方波用于控制电热板；对于降

温电路来说，单片机P1.4端输出的调整后的方波用于控制半导体制冷器。最后恒温培养箱从外界吸收的热量与半导体制冷器从箱内吸收的热量基本达到动态平衡，从而使控制精度达到较高水平。

4．温度异常报警电路

控温电路正常工作时，电接点水银温度计的通、断周期一般为数十秒。若升、降温控制电路发生故障，此周期必然出现异常。根据恒温培养箱体积的大小设定周期的上限值（在计时程序中设定）。当该周期超过上限值时，单片机的P1.3端输出低电平，三极管VT5饱和导通，自带音源微型直流音响器BL得电工作，发出报警声。

软件设计

该控制软件由主程序、外部中断服务程序、内部定时器中断服务程序等三部分组成。各程序的流程图如图2～图4所示。

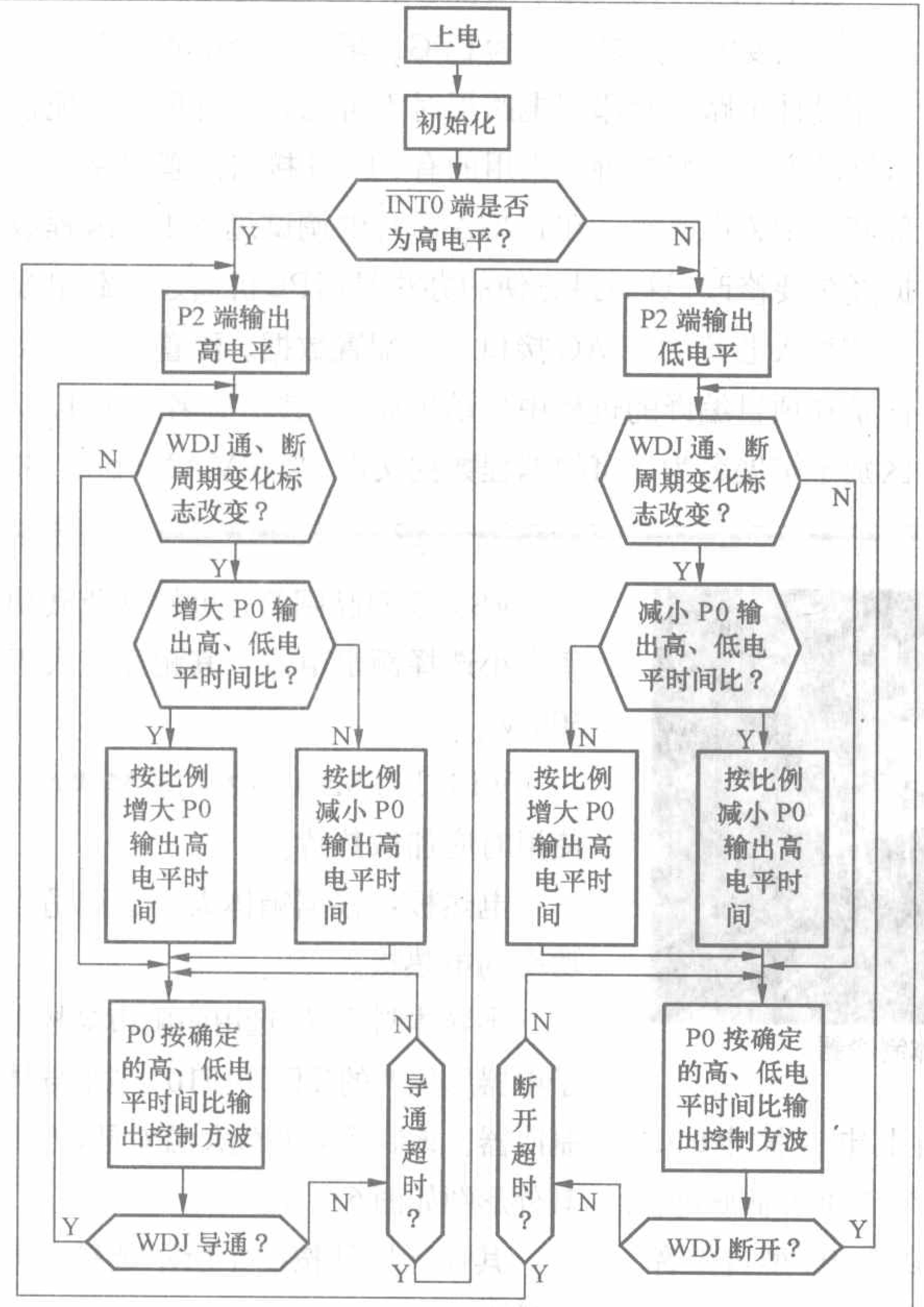


图2 主程序流程图

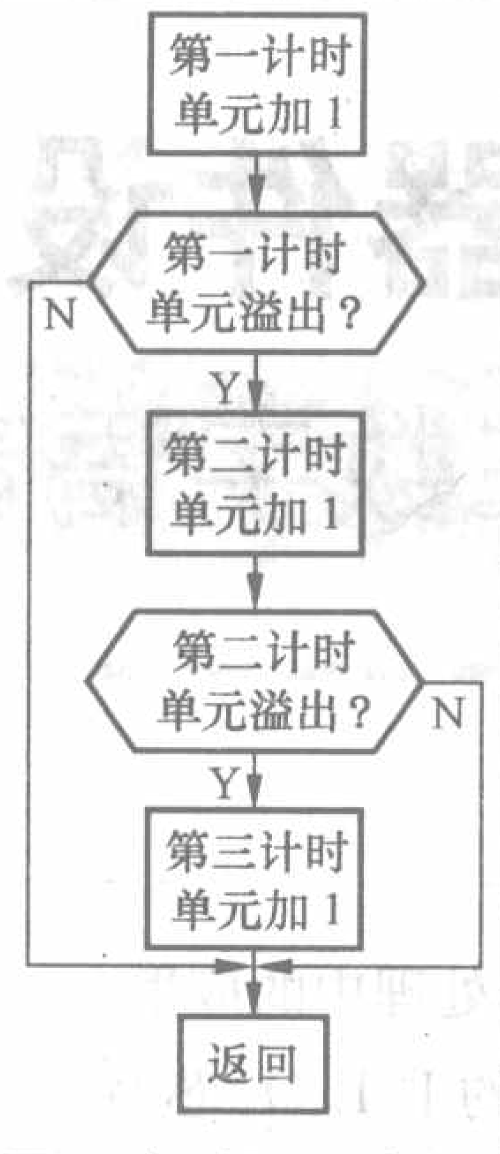


图3 定时器T0中断服务程序流程图

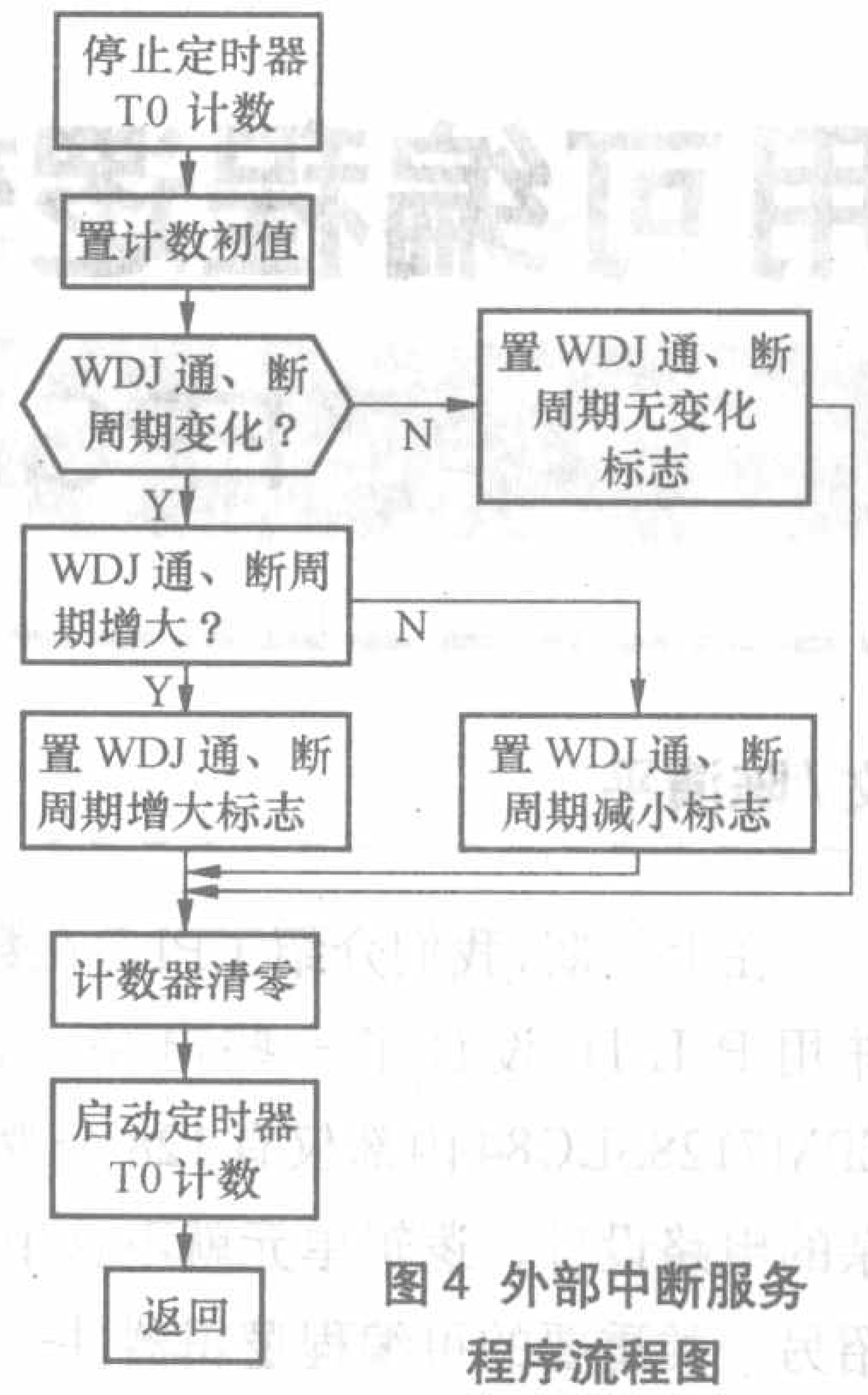


图4 外部中断服务程序流程图

可靠性设计

1．控制执行元件的改进

恒温培养箱的控制电路对电热板和半导体制冷器这些升、降温元件的控制采用晶闸管和场效应管等半导体器件，改变了用继电器控温的传统做法，消除了继电器触点容易氧化而接触不良易造成温度失控的弊端。

2．硬件对程序的监控

采用了MAX公司生产的微处理器监控电路，当程序跑飞后，在1.6s内WDI端得不到脉冲信号，WDO端输出低电平，使IC5A的12脚输出高电平，IC1被复位，有效地防止了程序跑飞后而造成温度失控的现象。

3．软件陷井

程序设计中，在未使用的中断入口处和程序存储器的空白区的适当地方加入了软件陷井，可有效地防止程序跑飞。

4．自动纠正升、降温误判

如果单片机处于升温状态且刚刚达到预定温度值而停机，而此时又突然开机使控温电路工作，那么单片机将重新启动并误判恒温培养箱应处于降温状态。同理当单片机处于降温状态时也有类似情况。单片机能够对此误判自动进行纠正。其做法是单片机复位后，根据检测的升、降温状态自动控制升、降温电路工作。若数分钟（根据箱体容积大小由软件设定）内电接点水银温度计的状态未发生变化，则说明升、降温判别有误，单片机随即改变P1.2端的电平，从而改变了升、降温的状态。

元器件的选择

MOC3042：光电耦合器，其输入部分是一只砷化镓发光二极管，输出部分相当于一个带有过零检测器的光敏开关。当发光二极管通过5mA～15mA的正向电流时，发出红外光，而输出部分只有受到红外光照射，并且输出端电压接近零时才导通。

WDJ：电接点水银温度计，用来设置恒温培养箱的控制温度值。其外形图如图5所示，上端是调节温度的旋

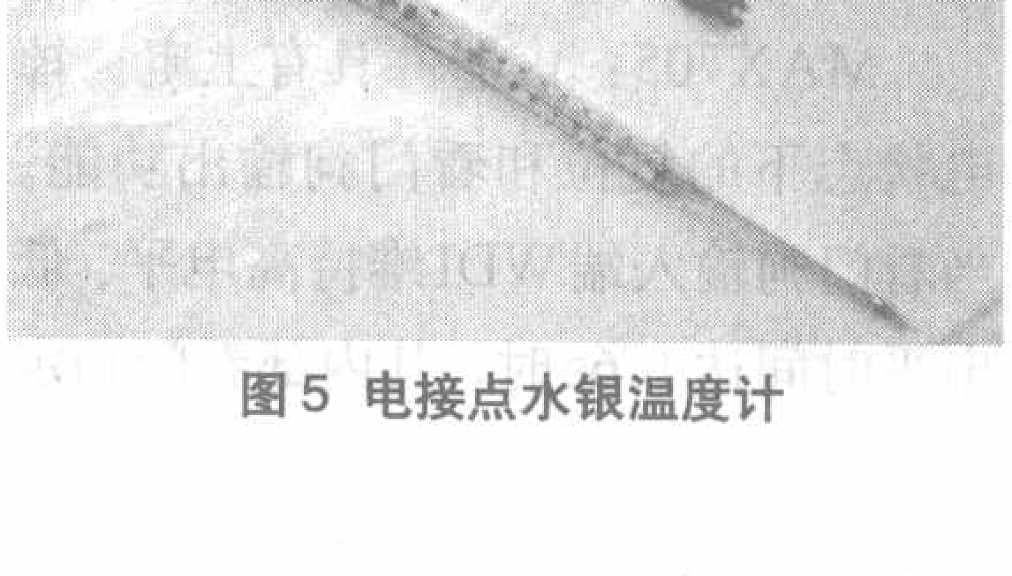


图5 电接点水银温度计

用可编程逻辑器件设计数字语音电路(4)

FPGA在数字语音处理中的应用

文/陈演平

在上一期，我们介绍了PLD在数字语音处理中的应用，并用P L D 设计了一些电路。但所用的P L D 芯片EPM7128SLC84内部仅有128个逻辑单元，要再做相对复杂的电路设计，逻辑单元就不够用了。在本期，我们将介绍另一类重要的可编程逻辑器件——FPGA，并应用FPGA来实现一些较复杂的数字语音处理功能，如语音音量调节、语音静态噪声控制等。

一、FPGA与PLD的异同

FPGA（现场可编程门阵列）也是一种可编程逻辑器件，在原理及应用上与PLD器件并没有本质的区别。事实上，在可编程逻辑器件发展的早期，这两个名称在使用上是不太严格的，如Altera公司的早期技术文件中就把FLEX系列和ACEX系列的器件称为“CPLD（复杂可编程逻辑器件）”，而现在则把它们归为FPGA器件。一般来讲，在芯片的内部架构上，PLD采用的是“Product Term（乘积项）”技术，而FPGA则采用了“Look-Up Table（查找表）”技术。由于芯片架构的不同，大多数FPGA芯片内部除了逻辑单元外，还构建有一定容量的存储器单元，可被设计成各种类型的数据存储器使用。在对器件编程时，PLD内部使用EEPROM来存储编程数据，断电后数据不会消失；而FPGA内通常采用SRAM，数据在断电后就消失，因此必须用“Configuration（配置）”技术在上电时重新向FPGA注入编程数据，这使得FPGA在使用上略为复杂些。但由于FPGA具有逻辑资源丰富、成本低、功耗小等优势，其产量现已超过了PLD，成为可编程逻辑器件的主要类型。

Altera公司的MAX+plus Ⅱ软件同样支持FPGA芯片的应用。因此，无需多了解FPGA在内部架构上和PLD芯片的差异，也能够用MAX+plus Ⅱ软件来设计FPGA。

二、FPGA的配置电路

使用FPGA时，除了要注意芯片的电源电压可能不同外，最主要的特点是需要为FPGA增加一个配置电路，这点在设计电路图和印制电路板时不可忽略。向FPGA配置数据的方法有好多种，常用的有JTAG接口配置电路、外部芯片配置电路等。在FPGA芯片的调试过程中，编程数据经常要修改，这时最方便的办法是用PC机通过下载电缆向FPGA芯片的JTAG接口下载配置数据。配置数据的文件是在项目编译的过程中自动生成的，其扩展名是.sof，以区别于扩展名为.pof的编程数据文件。当在MAX+plus Ⅱ

钮，顺时针旋转时，位于电接点水银温度计内部的触丝将上升，设置的温度值增大；逆时针旋转时，设置的温度值减小。其内部设有温度刻度标尺，可方便地设置温度值。其下端是水银柱，当温度升高时，水银与触丝连通，电接点水银温度计导通，否则电接点水银温度计断开。电接点水银温度计的上端还设有两个接线端子。

MAX705：该器件具有上电、掉电状态下的复位和看门狗输出功能。当看门狗输入端WDI维持高电平、低电平时间达1.6s时，其内部看门狗定时器则被清零。当上电或掉电时，RESET端会输出一个200ms低脉冲。

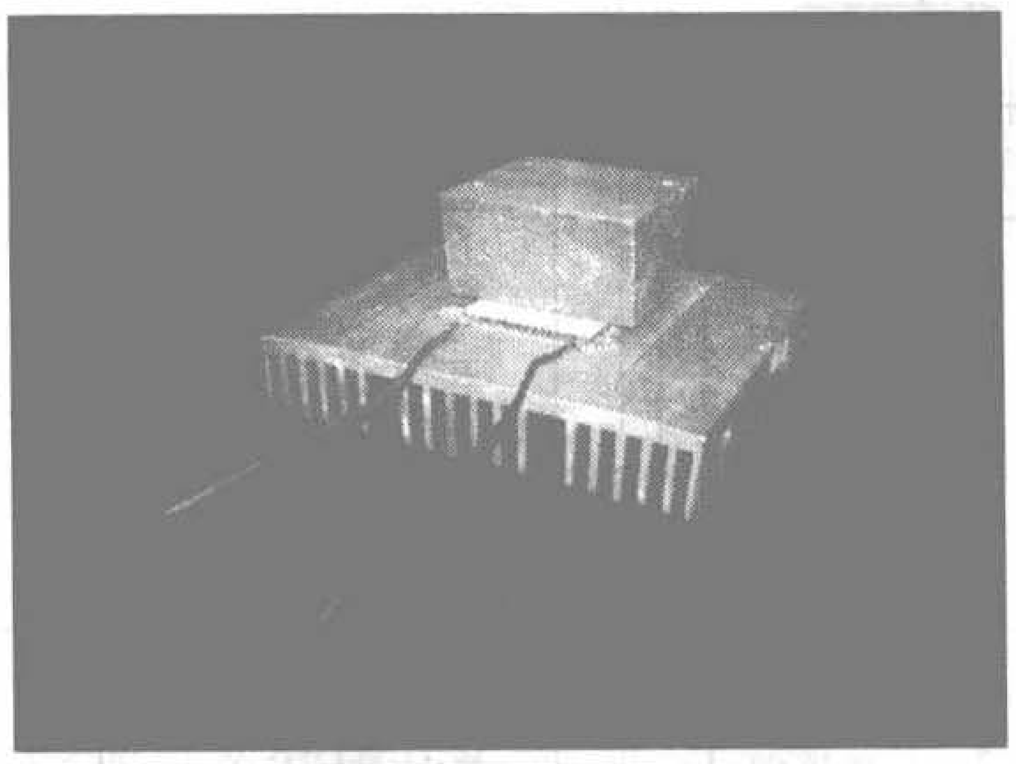


图6 半导体制冷器

BL：YMD-12015-05型自带音源微型直流音响器。

VS：双向晶闸管，可根据负载功率大小选择额定电流，其耐压应大于600 V。

VT1：IRF9Z30型大功率MOS管，使用时应加散热片。

电热板：根据箱体大小选购适当功率的电热板。

半导体制冷器：选用洛阳市夏林电子电器厂生产的TECI-7103型半导体制冷器。该制冷器的最大温差是67℃，其外形图如图6所示。

其他元器件按图中所示选择，无特殊要求。

软件的Programmer界面里载入.sof文件时，界面中的Program选项呈现不可用的灰色，Configure则成为可用的选项。JTAG接口配置电路的缺点是断电后数据消失，再次上电后需要重新下载。因此当电路调试结束，需要把配置数据固化保存时，可以选用Altera公司的EPC等系列配置芯片，用类似于烧写单片机ROM的办法把MAX+plus Ⅱ里生成的.pof文件写入配置芯片。现在市面上大多数的编程器都支持烧写EPC系列配置芯片。把固化了数据的配置芯片通过配置电路接到FPGA，每次上电时FPGA从配置芯片处取得数据自动完成配置过程，所设计的逻辑功能就能在FPGA上实现了。

三、使用FPGA的数字语音实验电路

用FPGA芯片取代前几讲实验电路里的PLD芯片，再改变一下电源电路，增加配置电路，就可做成用FPGA来设计数字语音电路的新实验电路板，其电路图如图1所示。

图1中FPGA选用了Altera公司的ACEX1K系列芯片EP1K30TC144-3，其内部不仅有1728个逻辑单元，还有24576bit的片上存储器（RAM）可供设计使用。这个器件使用3.3V的I/O接口电压和2.5V的内核电压。为简化电源电路，图1中用了一个稳压二极管来得到3.3V的电压，再通过一个IN4001二极管的正向压降降低0.7V来取得近似2.5V的电压。图中配置芯片选用EPC1PC8型，具有1Mbit的数据存储量。它与电阻R20、R21组成配置电路，连接到FPGA的各配置功能引脚，即U1的第2、35、107、108诸引脚。其余和配置有关的第76、77、106、74各引脚则分别接地或高电平。当用JTAG接口下载配置数据到FPGA时，不插EPC1PC8芯片。电路的其余部分除了一些电阻的参数有所调整外，和原来的实验板基本相同。

FPGA语音实验板电路完整的Protel设计文件，包括电原理图和印制电路板图，附在本期配刊光盘中。

四、语音音量调节电路

由于FPGA内具有更丰富的逻辑资源，我们可用它来做一些耗用较多逻辑单元的设计，比如把输入语音数据送到一个乘法器，和外部设置的数值做乘法运算，得到的乘积作为输出语音数据。改变设置的数值，输出语音的音量就随之改变，这样就实现了语音的放大和音量调节。

在MAX+plus Ⅱ软件的功能插件管理器里，提供了参数化乘法器的图形设计向导。使用时只要选定乘法器的几个参数，如被乘数、乘数、乘积的数据宽度等，就能立即得到所需要的乘法器，如图2所示。

因为只有对线性码做乘法才不会使语音失真，所以图2

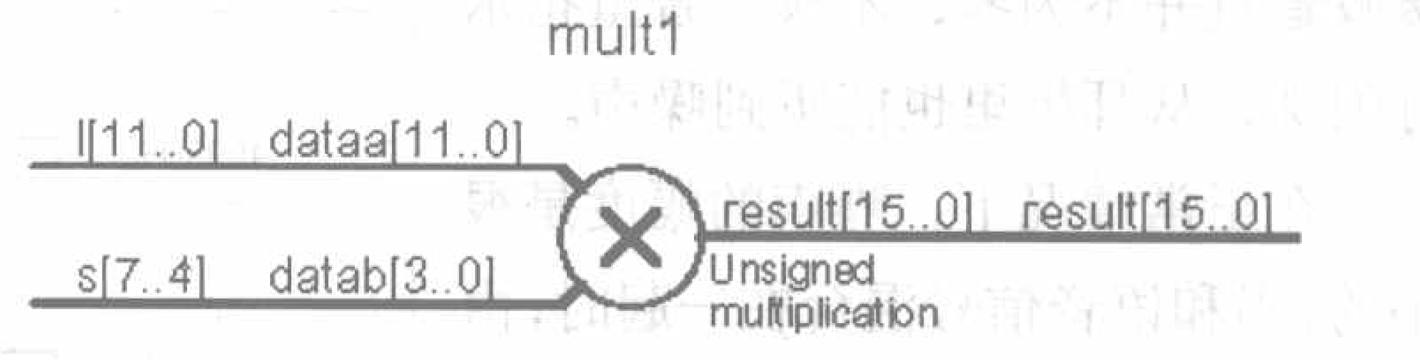


图2 数字乘法器的电路符号

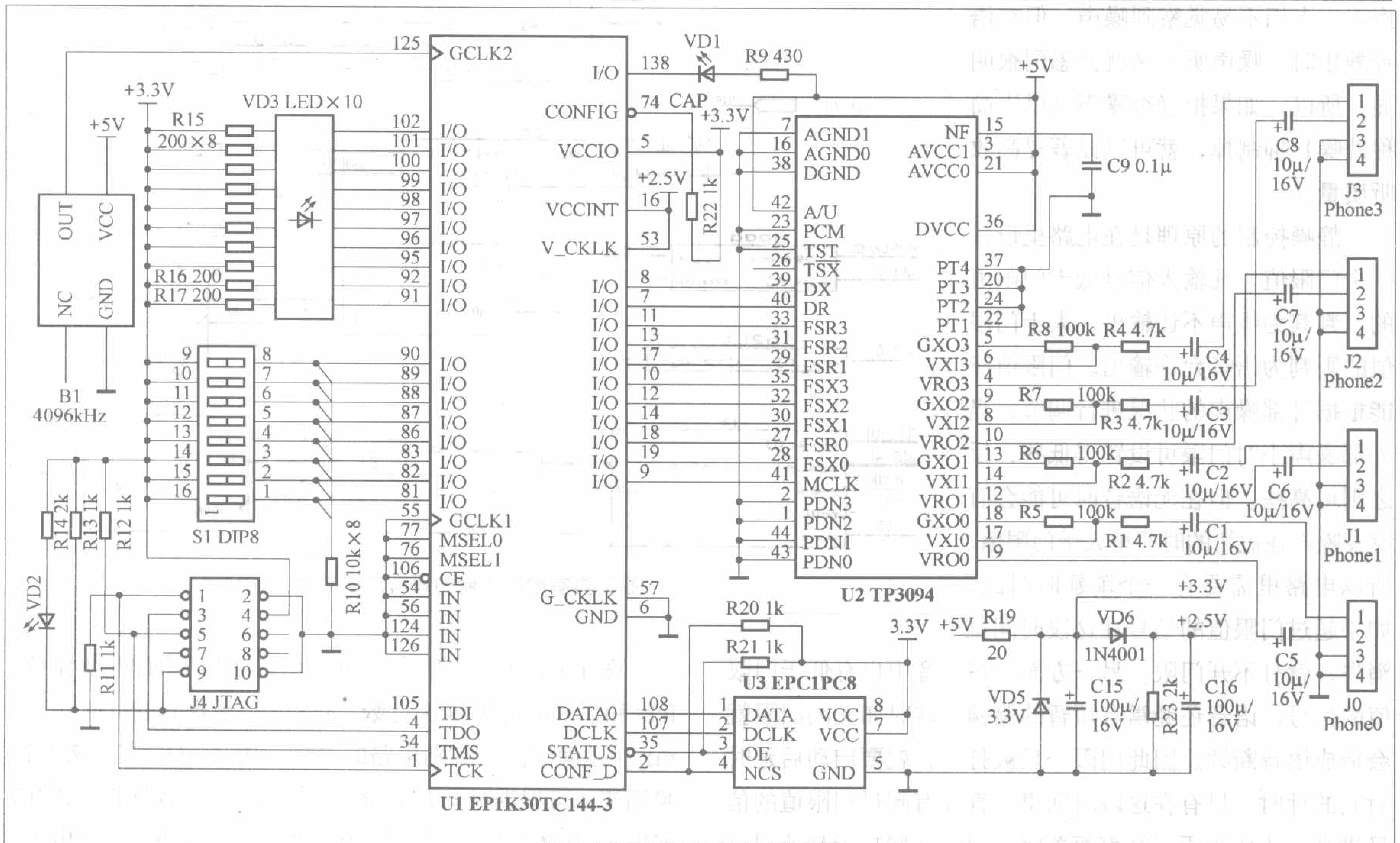


图1 FPGA语音实验板电路图

中以12位线性码数字语音信号l[11..0]作为乘法器的被乘数dataa[11..0](线性码的符号位l12不参加相乘)，设置外部拨动开关的高4位s[7..4]作为乘数datab[3..0]。如设置s[7..4]为0000（二进制）则输出语音为0，设置s[7..4]为0011则输出语音放大3倍。乘法器输出16位乘积result[15..0]，取乘积的低12位转换为A律码后作为语音输出，放弃乘积的高4位。这里假定了输入的语音幅度很小（否则没必要放大了），经相乘放大后语音幅度仍基本不超过乘积的低12位。如果不满足这个条件，输出语音将产生限幅失真，这点和模拟放大器信号动态范围的概念是一致的。

相仿地，如在MAX+plus Ⅱ软件的功能插件管理器里选用除法器取代乘法器，就能设计出语音衰减电路。

五、语音静态噪声控制电路

在上一期里，介绍过语音音量的显示电路，当语音音量变化时，10段发光二极管形成的光柱高度也随之变化。但在实验中还发现，没有语音输入的时候，发光二极管并没有全部熄灭，最下面的几段发光二极管仍然会闪烁。这是因为虽然语音静止了，外部噪声并不会静止，噪声使得接收音量并不为零，不仅使音量指示灯闪烁，从耳机里也能听到噪声。

在正常情况下，噪声的幅度是很小的，当和语音信号混合在一起时，由于人耳听觉的特点，小信号被大信号掩盖，人们不易觉察到噪声。但在语音静止时，噪声听起来就会感到很明显。所以，如果把静态噪声（以下简称静噪）抑制掉，就可以显著提高收听质量。

静噪控制的原理是在电路里设置一个门限值，凡输入信号低于门限值的，判其为噪声不让输出，大于门限值的则判为语音允许输出。门限值应能根据外部噪声的状况进行调节，当外部噪声小时门限可设置得低些，反之则可高些。但在无语音时可能会有突发噪声在短暂的时间里大于门限值，所以电路里需要有一个前延时时间，如果超过门限值的信号在这段时间里消失，就打不开门限。另一方面，在语音中也有低于门限值的信号，语音还经常有短暂的停顿，这时如关闭门限就会造成语音断续。因此门限一旦被打开，就要启动后延时时间的计时，只有在这段时间里一直没有超过门限值的信号进来，才认为语音结束而关闭门限。这些功能都能用可编程逻辑器件来实现，如图3所示，这就是具有静噪控制功能的语音广播电路。

图3的上半部分基本上就是以前介绍过的电话广播电路，当s[3..0]设置为1010时，0号用户可向其余用户进行语音广播。不同的是，在这里从dx输入的语音信号不是直接送到dr，而是送到s2p模块进行串／并行转换，得到的8位并行数据d[7..0]由D触发器阵列DFFE锁存为A律码a[7..0]。图中DFFE的输入和输出都是8位总线，表示由8个D触发器组成的阵列，时钟mclk和装载信号load是公用的。用D触发器做锁存器的优点是锁存操作由输入时钟信号的上升沿完成，在时间上比电平控制型的锁存器更精确。锁存后的A律码通过a2l_t模块转换为线性码，经过静噪电路jz完成静噪控制，经l2a_t模块转换回A律码，再通过p2s模块转换为串行语音数据，从dr输出。mxzsd信号用于门限指示，当静噪门限被打开时点亮门限指示灯。

图3中除jz以外的电路符号以前都介绍过，这里只对静噪电路jz作说明。在MAX+plus Ⅱ软件中，双击打开它，电路如图4所示。

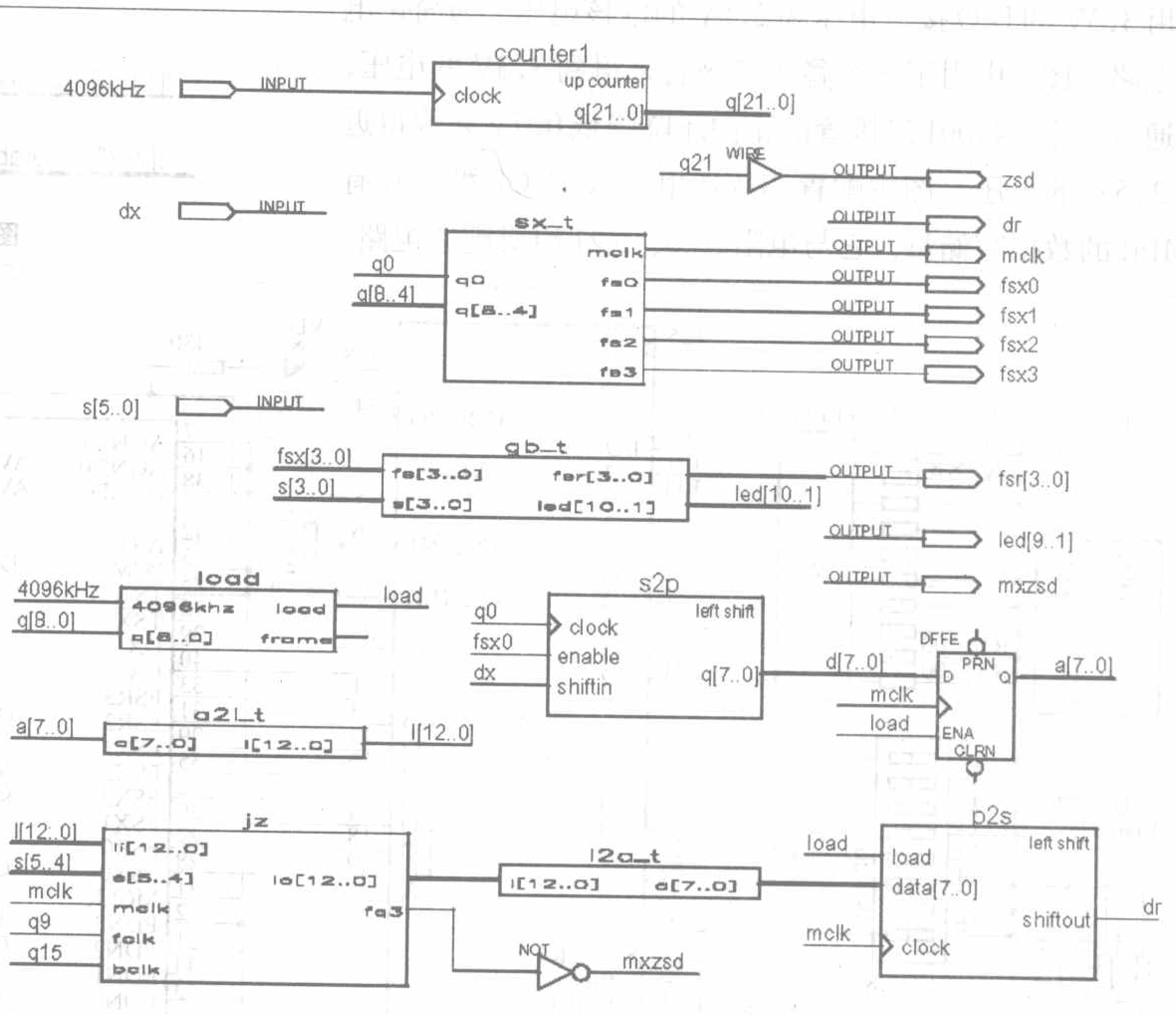


图3 具有静噪控制的语音广播电路

图4里，上、下两个counter3计数器各对前延时时钟fclk和后延时时钟bclk计数，起到前、后延时的计时作用。mx_t是静噪门限判别电路的符号，由AHDL文本文件转换而来，可根据拨动开关设置的数值s[5..4]判别输入的语音l[12..0]是否超过了噪声门限，如超过则输出d为高电平。

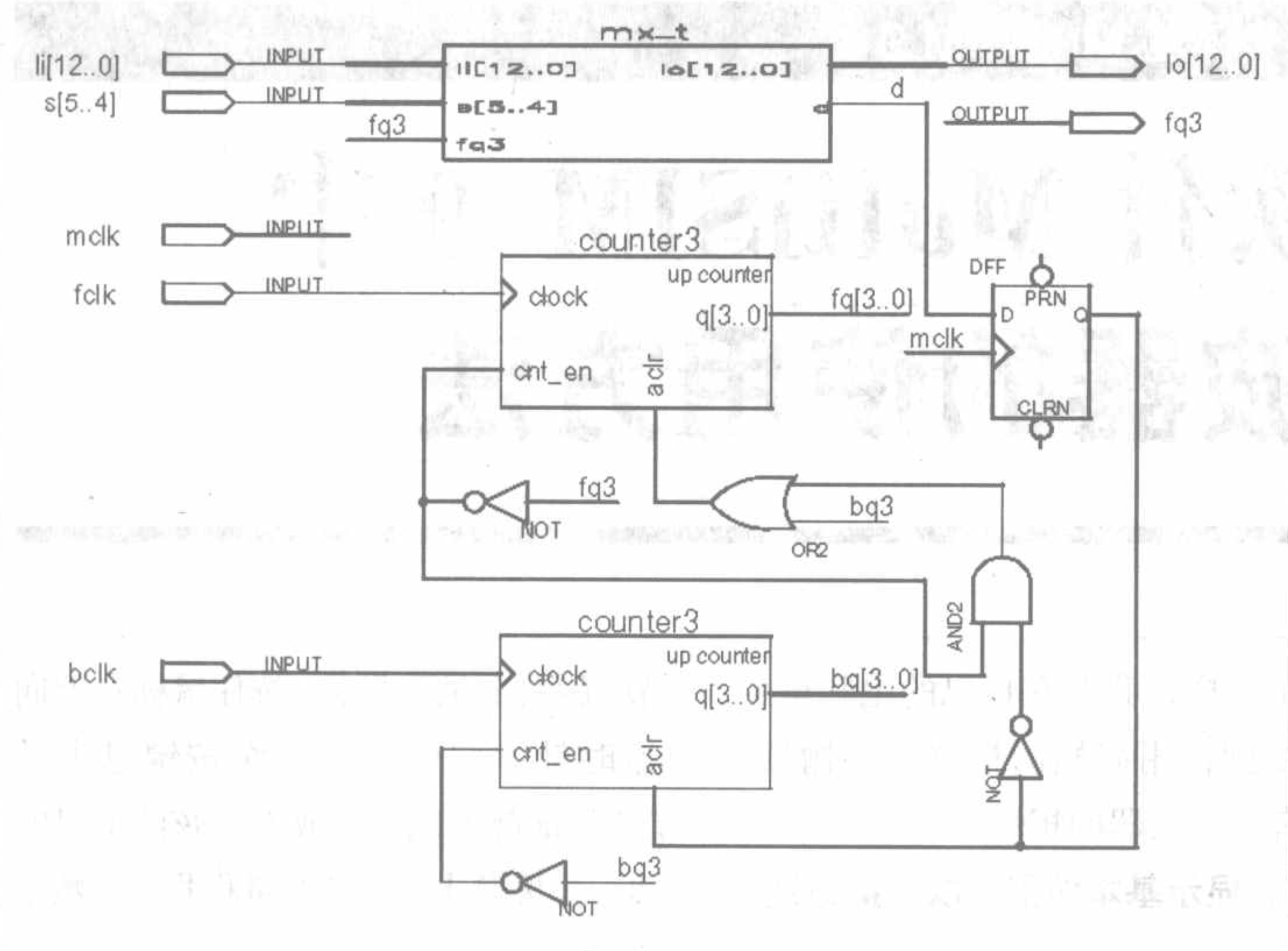


图4 静噪控制电路图

mx_t还根据输入的fq3信号来完成静噪控制功能，当fq3为0时使输出lo[11..0]为0（静音），当fq3为1时则使输出lo[11..0]等于输入的语音li[11..0]。语音的符号位不变，始终是lo12=li12。mx_t的程序如下：

```
SUBDESIGN mx_t
(li[12..0], s[5..4],fq3: INPUT;
lo[12..0],d: OUTPUT; )
BEGIN
lo12=li12;
IF s[5..4]= =0 THEN
   d=(li[11..0]>H"20");
ELSIF s[5..4]= =1 THEN
   d=(li[11..0]>H"40");
ELSIF s[5..4]= =2 THEN
   d=(li[11..0]>H"80");
ELSIF s[5..4]= =3 THEN
   d=(li[11..0]>H"100");
END IF;
IF fq3= =0 THEN
lo[11..0]=0;
ELSE lo[11..0]=li[11..0];
END IF;
END;
```

在无语音且噪声低于门限值时，mx_t的输出信号d为0，经触发器DFF对信号整形后输出0到后延时计数器清零端，计数器脱离清零状态，对时钟bclk计数。计数到第8个脉冲时，bq3变高，经反相后封住计数器，停止计数，保持bq3为高。同时bq3的高电平对前延时计数器清零，使其输出信号fq3为0。mx_t根据fq3的值使输出信号li[11..0]为0，噪声不能输出。

当短促噪声到来时，瞬时超过噪声门限值，使d瞬时为高，后延时计数器清零，bq3变低，前延时计数器脱离清零状态开始计数。但未及计数到fq3为高，噪声已回落到门限以下，D触发器的输出经反相后变高，经过与门、或门对前延时计数器清零，使fq3维持为0，噪声仍不会输出。只有当输入超过门限值一定的时间，足以使计数器计到fq3为高时，mx_t才使输入信号原样输出。

在fq3变高后，如因语音短暂变弱或停顿，mx_t的输出d转为0，后延时计数器脱离清零状态开始计数。但只要语音在一定的时间里重新转强，后延时计数器就再次被清零，bq3维持为0，fq3维持为高，语音输出就始终不会间断。

在MAX+plus Ⅱ软件里，对图4电路仿真的结果如图5所示。为使波形直观，仿真时对输入信号li[12..0]的周期做了压缩。语音信号的真实变化比图示要缓慢得多。

当s[5..4]取值0时，静噪门限值是20。从图5可见，一开始li[12..0]输入值小于20时，输出lo[12..0]是0，即使有大于20的值短暂出现，输出也为0。只有当大于20的信号持续一定时间（前延时）后，fq3变高，输出lo[12..0]才变得和输入li[12..0]一样。此后如输入信号短暂低于20，输出仍和输入一样。只有当输入小信号保持一定时间（后延时）后，fq3才变低，语音被关断。

以上全部电路的完整设计文件和视频教程见本期配刊光盘中的相关内容。

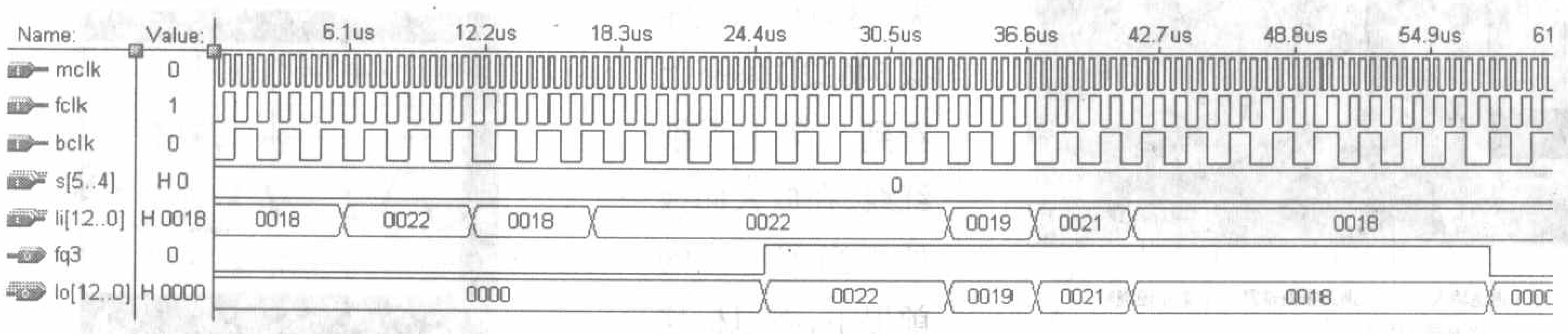


图5 静噪控制电路波形仿真图

体验 MultiSIM 9

电子仿真软件 MultiSIM 9中虚拟示波器的使用方法

文/朱晓欣

在电子仿真软件 MultiSIM 9 中，除了虚拟双踪示波器和虚拟四踪示波器以外，还有两台高性能的先进示波器，它们分别是：跨国“安捷伦”公司的虚拟示波器“Agilent54622D”和美国“泰克”公司的虚拟数字存储示波器“TektronixTDS2024”。本刊2006年第5期曾对Multisim7中的安捷伦虚拟示波器设置和显示有过简单介绍，读者可以参阅该文相关内容。本文主要介绍安捷伦虚拟示波器的一些其他特殊功能和泰克虚拟数字存储示波器这两台高档示波器的使用方法。

一、安捷伦虚拟示波器Agilent54622D的使用方法举例

虚拟54622D的带宽为100MHz，具有两个模拟通道和16个逻辑通道。图1是它的放大面板图，它的各个开关、按钮及旋钮的排列和调节都和实物仪器完全一样，我们在自己的电脑里也能享受到使用高档测量仪器的愉悦，且没有损坏仪器的担忧。

1．显示基本波形（以模拟通道1为例）

首先在MultiSIM 9电子平台上调出安捷伦虚拟函数信号发生器33120A和安捷伦虚拟示波器54622D各一台，按图2连好电路。双击虚拟33120A图标“XFG1”打开电源开关，不作任何设置使用它的默认值，即：频率1kHz，幅值100mVpp的正弦波（可参阅上期文章）。

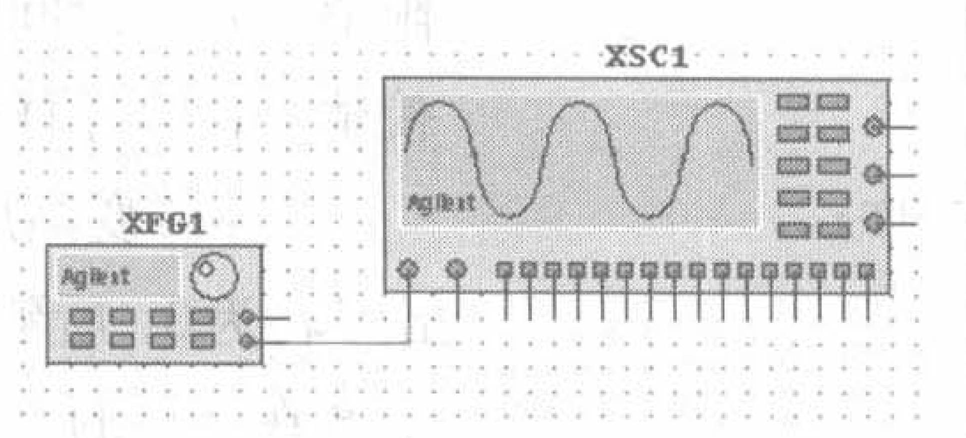


图2

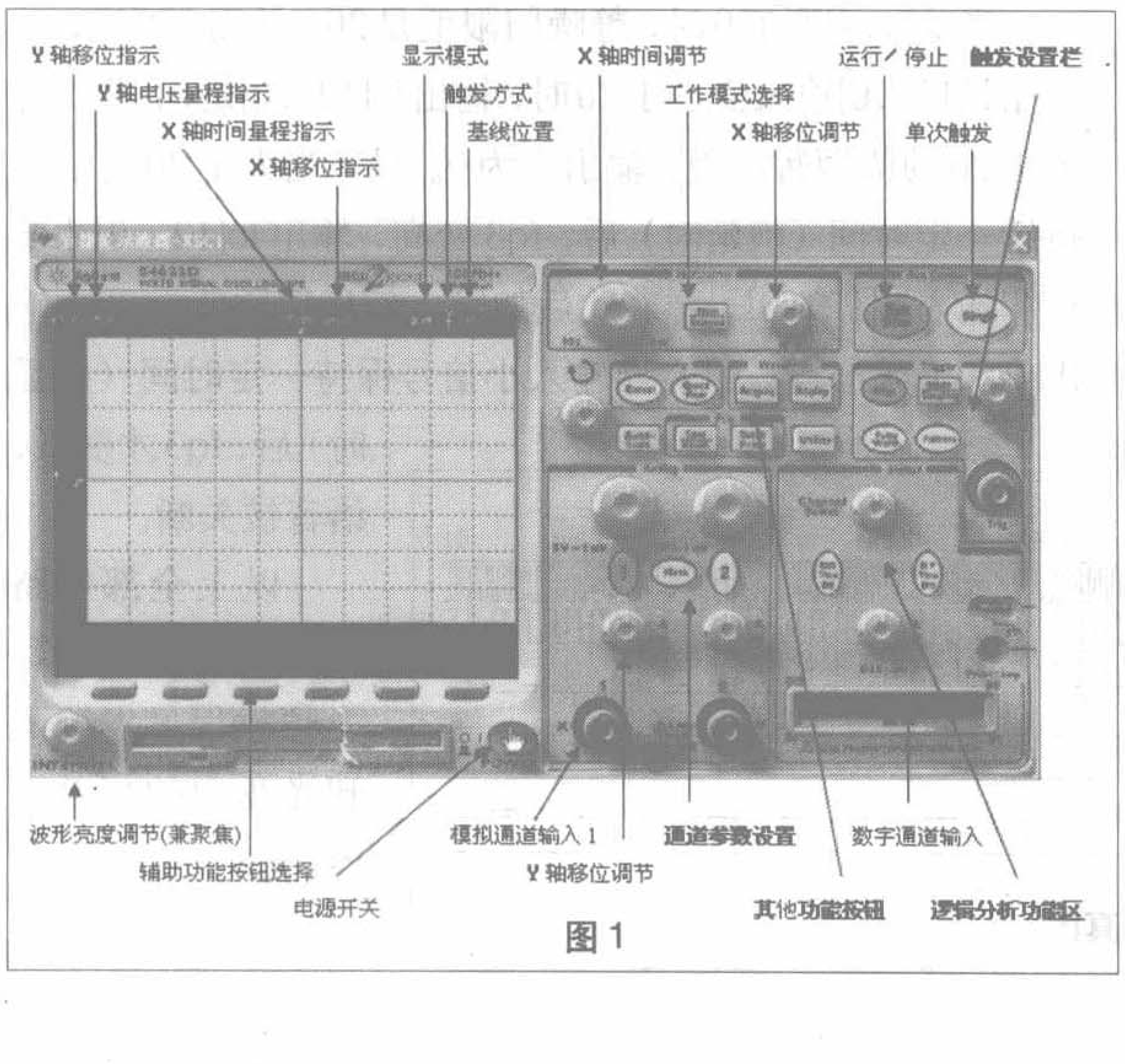


图1

然后双击虚拟54622D图标“XSC1”，打开它的电源开关，如图1中鼠标手指所示。

打开仿真开关，这时可以从虚拟54622D屏幕上看到一条水平细红线。在放大面板处于当前窗口的前提下，将鼠标移至“Y轴量程调节”旋钮上呈手指状，按住鼠标左键向逆时针方向转，或连续按键盘上的“↑”键都可以逐渐放大正弦波信号幅度，且屏幕上方“Y轴量程指示”数字在减小。

将鼠标移至“X轴时间调节”旋钮上呈手指状，按住鼠标左键向逆时针方向转，或连续按键盘上的“↑”键都可以使正弦波信号展宽，且屏幕上方“X轴时间量程指示”数字在减小。

将鼠标移至屏幕左下角“波形亮度调节”（也可认为是在调整聚焦）旋钮上呈手指状，或按住鼠标左键向顺时针方向转，或连续按键盘上的“↓”键都可以逐渐加粗正弦波信号波形。

将鼠标移至屏幕左下角“Y轴移位调节”旋钮上呈手指状，按住鼠标左键向顺时针方向转，或连续按键盘上的“↓”键都可以将正弦波向下移动，相当于真实示波器的Y轴移位旋钮。

经以上调整，从屏幕上可以看到如图3所示波形，从图上我们通过屏幕上方显示的数据可以读出1kHz正弦波的周期是1ms、幅度为100mV，与虚拟33120A设置相符，波形中心离开X轴为50mV，屏幕上的波形已被适当加

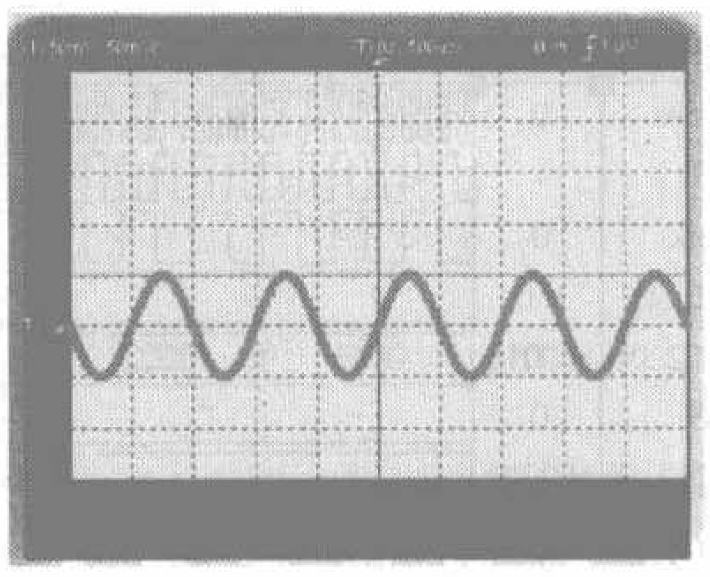


图3

粗。

2．游标测量功能

仍用上述图2电路为例，首先打开虚拟33120A和54622D电源开关，33120A不作任何设置仍使用它的默认值，即：频率1kHz，幅值100mVpp的正弦波，适当调整相关旋钮得到稳定的波形如图4所示。

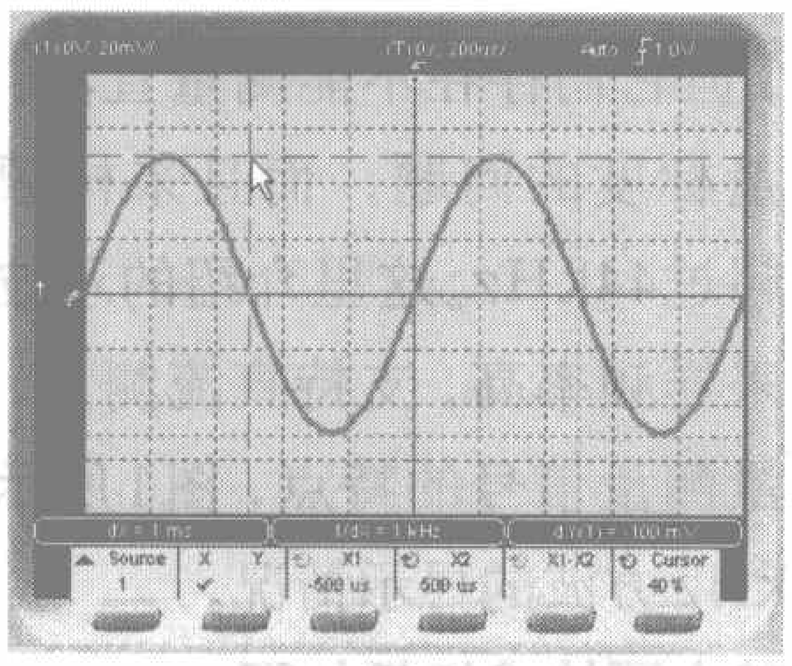


图4

点击虚拟54622D放大面板上的“Cursor”(光标)按钮，屏幕下方“辅助功能按钮”上方将出现6个绿色矩形框，分别注明为“Source 1”、“X Y”、“X1(或Y1)”、“X2(或Y2)”、“X1−X2(或Y1−Y2)”和“Cursor 40%”等字样，见图4。

若要对波形的周期进行精细测量，可先点击“辅助功能按钮”第二个“X Y”绿框下方按钮，选取“X”，即“X”下方打上勾表示选中，再点击“X1”绿框下方按钮，这时可以利用游标虚线确定波形一个周期的初始精确位置，将鼠标移到屏幕右面“Cursor”按钮左侧旋钮上，鼠标呈手指状如图5所示，按键盘上的“↑”键或“↓”键，“X1”下方的数字随着变化，使它等于−500 μs，这实际上就确定了该正弦波形一个周期的初始精确位置；再点击“X2”按钮，按键盘上的“↑”键或“↓”键，使“X2”下方数字等于500 μs，见图4，这实际上就确定了该正弦波形一个周期的结束时间精确位置，这样就利用了游标虚线准确地确定了正弦波形的一个周期时间。左上方黑色框中显示“dx=1ms”即正弦波周期为1ms，中间黑色框中显示频率“1/dx=1kHz”。

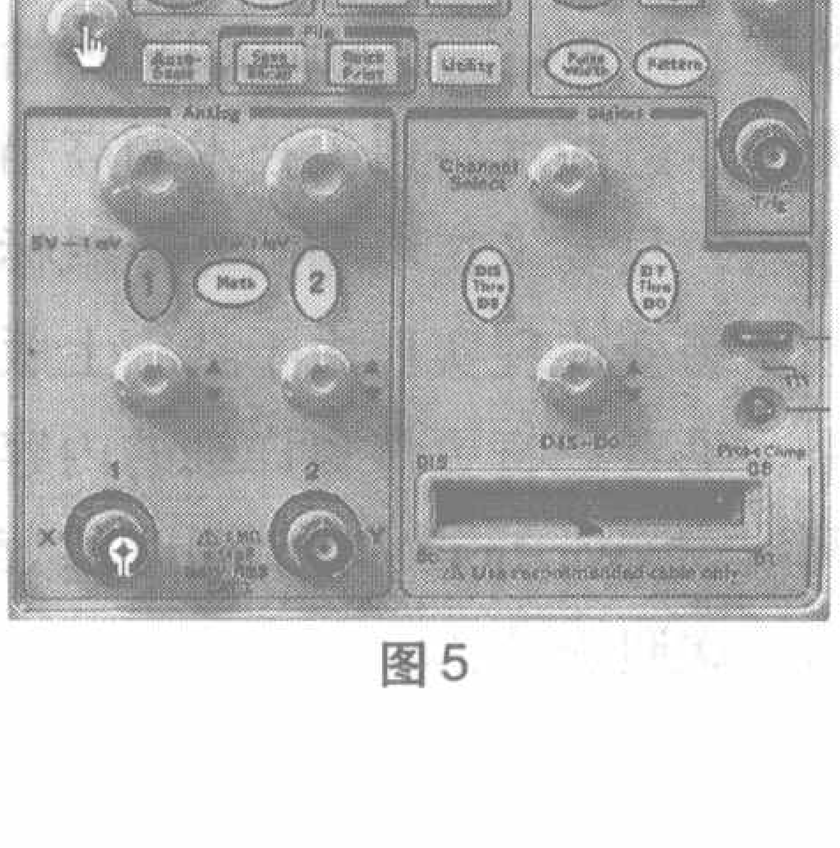


图5

如果切换测量正弦波形幅度，则对应的“Y1”和“Y2”框显示“−50mV”和“50mV”，上方黑色框中显示“dY=100mV”，图4中鼠标箭头所指位置为游标虚线“X1”和“Y1”的交叉处，即正弦波一个周期的初始时间游标虚线和正弦波的正峰值游标虚线汇合点。

3．数学函数运算功能

54622D对波形有加、减、乘、除、微分、积分和傅里叶变换等多种运算功能。下面以两个不同频率的正弦波相减运算、相加运算和相乘运算为例说明之。

首先在MultiSIM 9的电子平台上创建如图6所示的仿真电路。

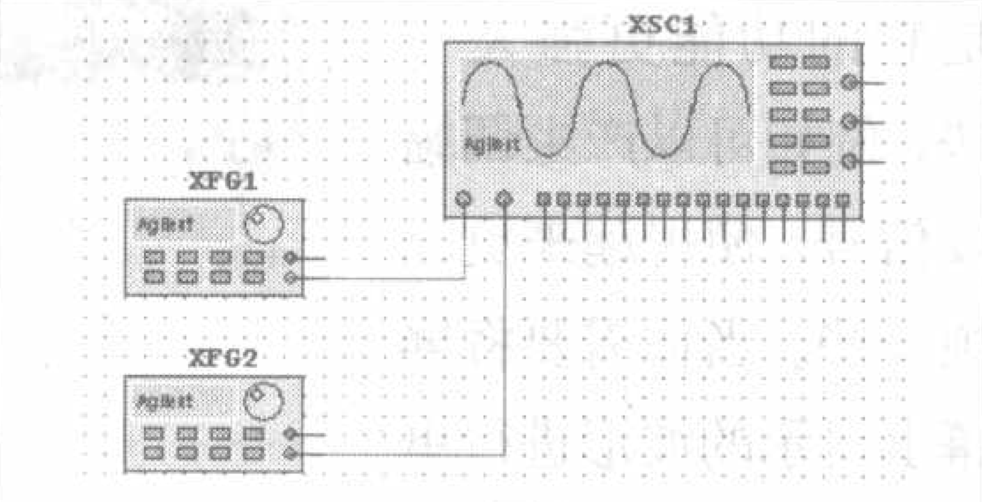


图6

双击虚拟33120A图标“XFG1”，打开电源开关，将它的幅度设置成5Vpp，频率用默认值1kHz的正弦波；双击另一台虚拟33120A图标“XFG2”，打开电源开关，将它的幅度也设置成5Vpp，频率设置成500Hz的正弦波。打开仿真开关，双击虚拟54622D图标“XSC1”，打开示波器电源开关，按下通道“2”按钮，见图7中鼠标手指所指，再适当调整两波形的Y轴位置如图7所示。

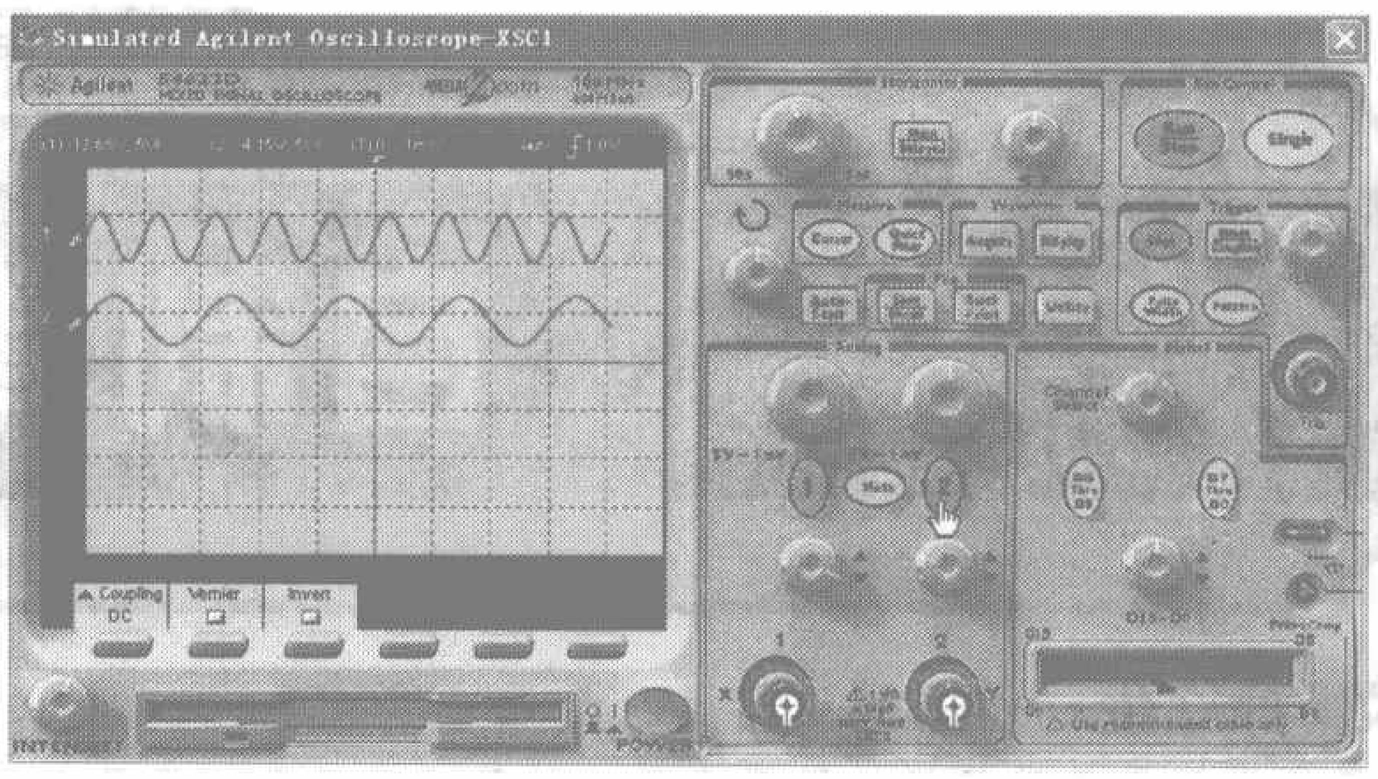


图7

点击“通道参数设置”框中的“Math”按钮，见图8左图鼠标手指所指，这时屏幕下方也将出现6个绿色矩形，分别注明为“Setting”、“FFT”、“1×2”、“1−2”、“dv/dt”、“∫vdt”，将鼠标点击“1−2”按钮，绿框中出现“✓”表示该项功能选中见图8右图屏幕下方鼠标手指所指，这时可以看到屏幕最下方的两波形相减的波形。

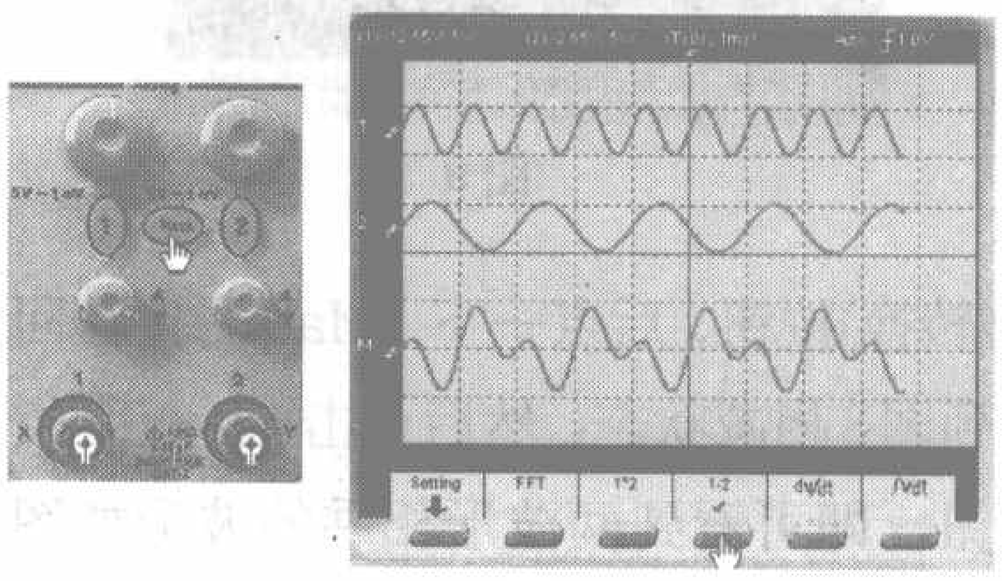


图8

若要实现两波形相加运算，可再点击一下通道“2”按钮，这时屏幕下方出现3个绿色方框，用鼠标点击“Invert”(转换)按钮，见图9中鼠标手指所指。实际上这里只是把通道“2”的正弦波上下翻转，即相位改变了180°，执行的仍然是两波形的减法运算，和数学中的1−(−2)=1+2相当，两波形相加结果波形如图9屏幕最下方所示。表面上看两波形相加和相减好像没有大的区别，读者可以用上面游标测量功能来验证一下图8是否是两波形相减的结果，图9是否是两波形相加的结果。

再先点击一下图9中的“Invert”

虚拟仪器DIY

自制简易示波器

文/孙红生

电子爱好者在日常电子制作和维修中大多是一台万用表打天下，因此遇到稍微复杂一些的问题就会无从下手，这时如果有一台示波器在手边会带来极大的方便。常见的普通示波器价格多在500元以上，对业余爱好者来说是一笔不小的开支，这里介绍一款虚拟示波器，只要连接到计算机的并行接口上就可以当作示波器使用了。现在计算机已是相当的普及了，基本上成了城市家庭必备的家用电器，电子爱好者只要很少的付出就可以拥有一台不错的示波器。现在网络上也常见一些使用计算机声卡的虚拟示波器软件，但它们存在不能测量直流、无法定量标度的问题，而且采样频率很少超过44kHz。这里介绍的示波器具有采样频率高，支持直流测量，可以定量测量信号的特点，图1所示为19.2kHz方波的显示情况。

其主要技术指标如下：

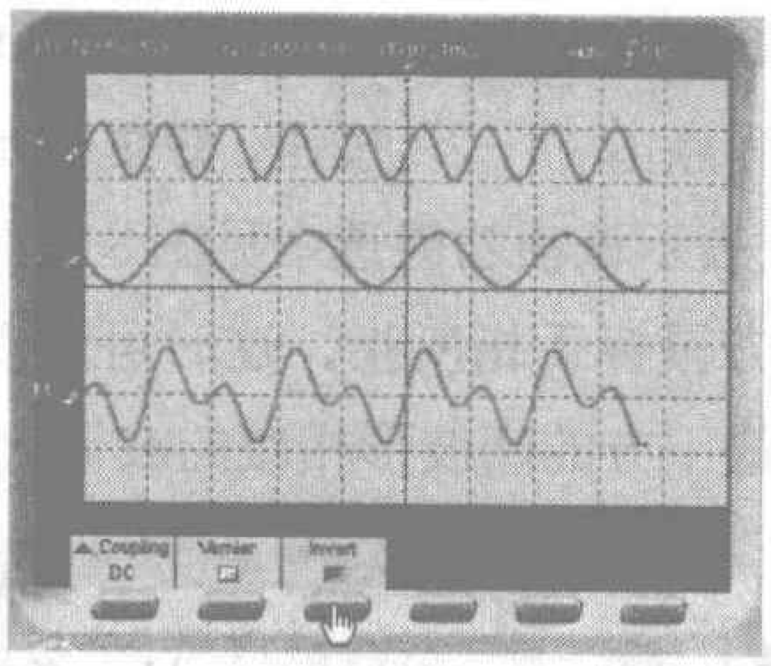


图9

(转换)按钮，后点一下“Math”按钮回到图8相减状态；然后点击“1×2”按钮，即可看到两波形相乘的波形如图10所示。

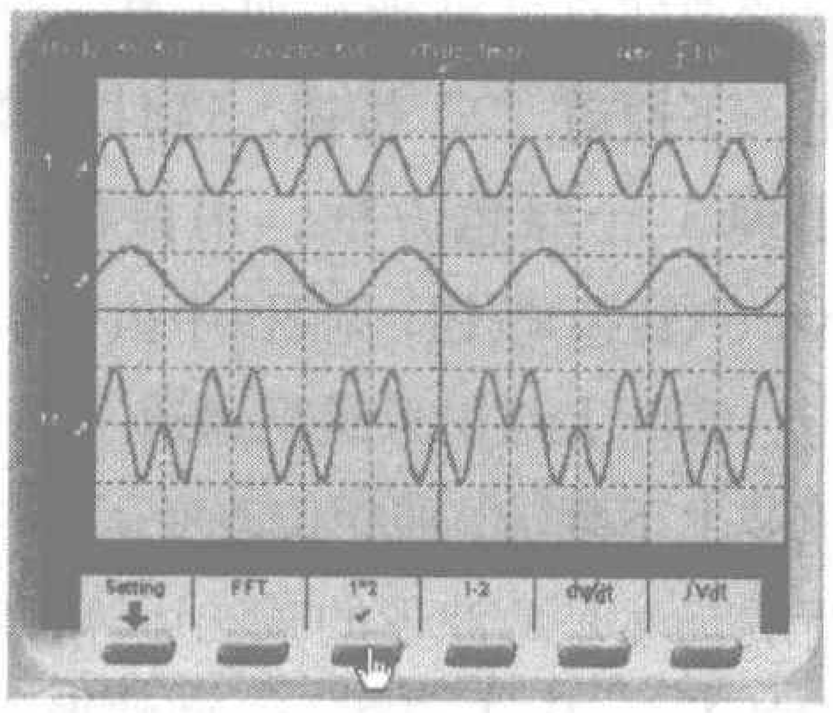


图10

二、美国“泰克”虚拟示波器Tektronix TDS 2024简介

在MultiSIM 9中还新增添了一台美国“泰克”虚拟示波器Tektronix TDS 2024，它是一台四通道、200MHz的数字存储示波器。点击“仪器工具条”中的“Tektronix Oscilloscope”即可调出“泰克”虚拟示波器“XSC1”，如图11所示，双击图标“XSC1”即打开它的放大面板，该面板上的主要功能按钮如图12所示。

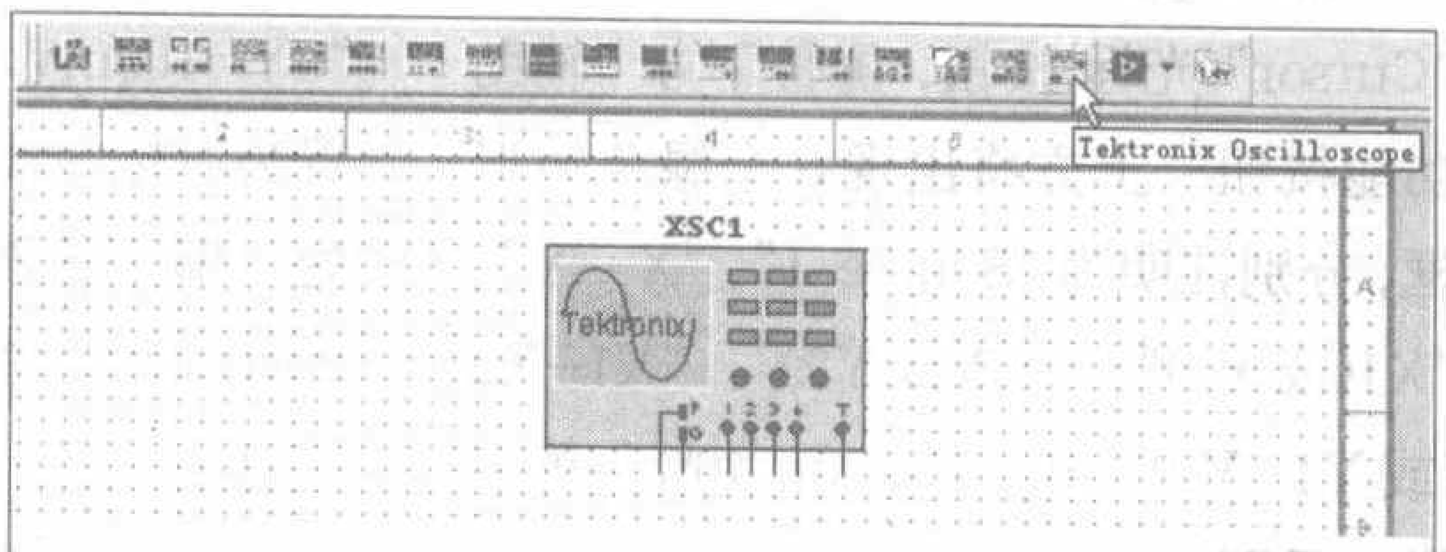


图11

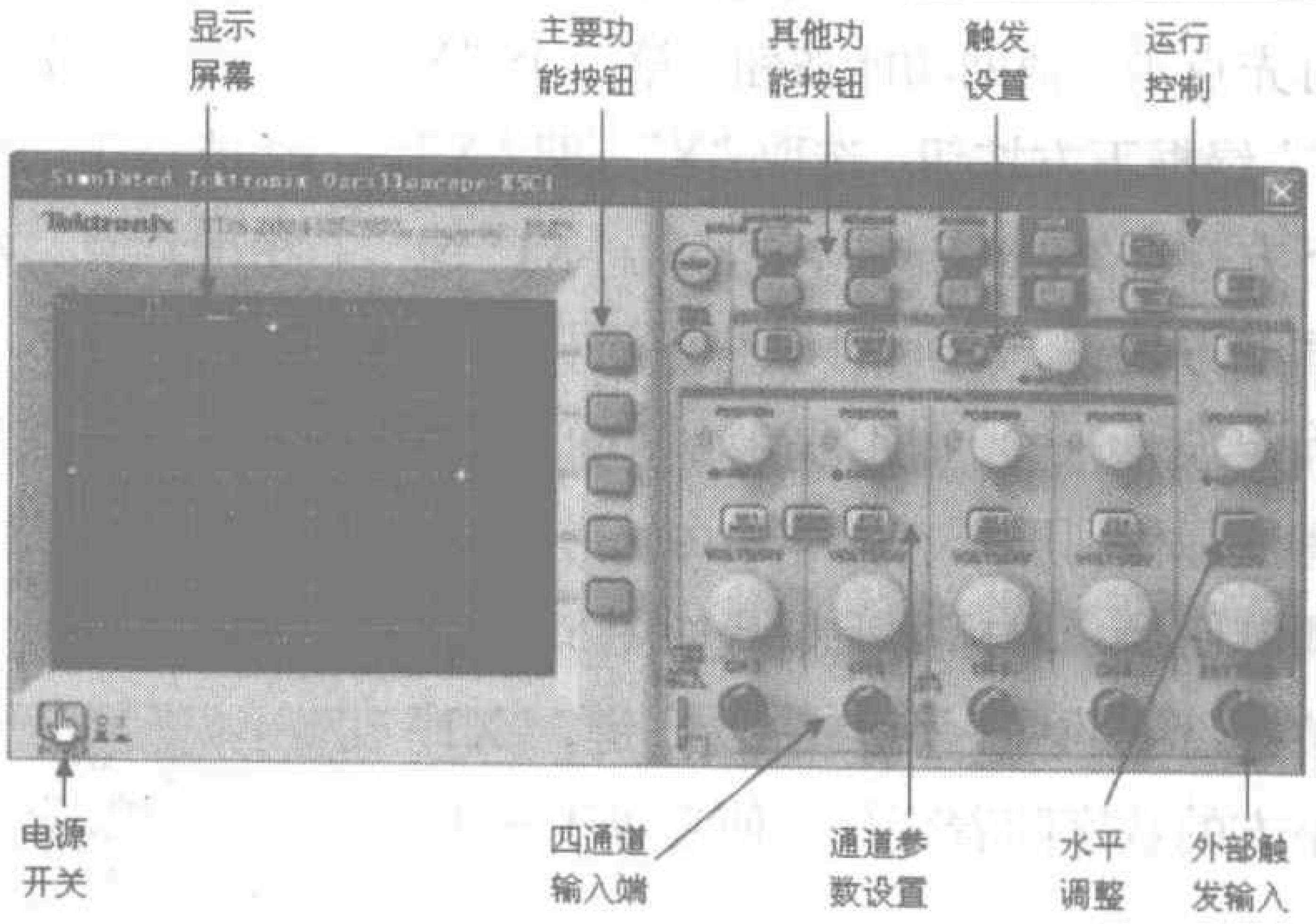


图12

虚拟TDS2024的使用方法和一般示波器并没有太大的区别，只是它的功能更强大一些，例如可以产生调幅波信号，使用起来更麻烦一些。当你需要将屏幕上显示的波形进行更深入的研究，比如对波形取样、放大展宽、测量脉冲上升、下降沿等，可以按下图12仪器面板右上角的“RUN/STOP”按钮，这时屏幕上显示的波形就被暂时储存下来可以进行反复检测和研究。

小结：对于广大的业余电子爱好者来说，拥有Agilent54622D和TDS2024这样先进和价格昂贵的测试仪器是一种奢望，而MultiSIM 9给我们提供了这些世界顶尖技术的高档测量仪器，只要坐在电脑前轻点鼠标就能把梦想变成现实！由于杂志上版面有限，笔者已将更多更详细的内容放到网站www.ttlcmos.com上，供读者学习，欢迎登录。

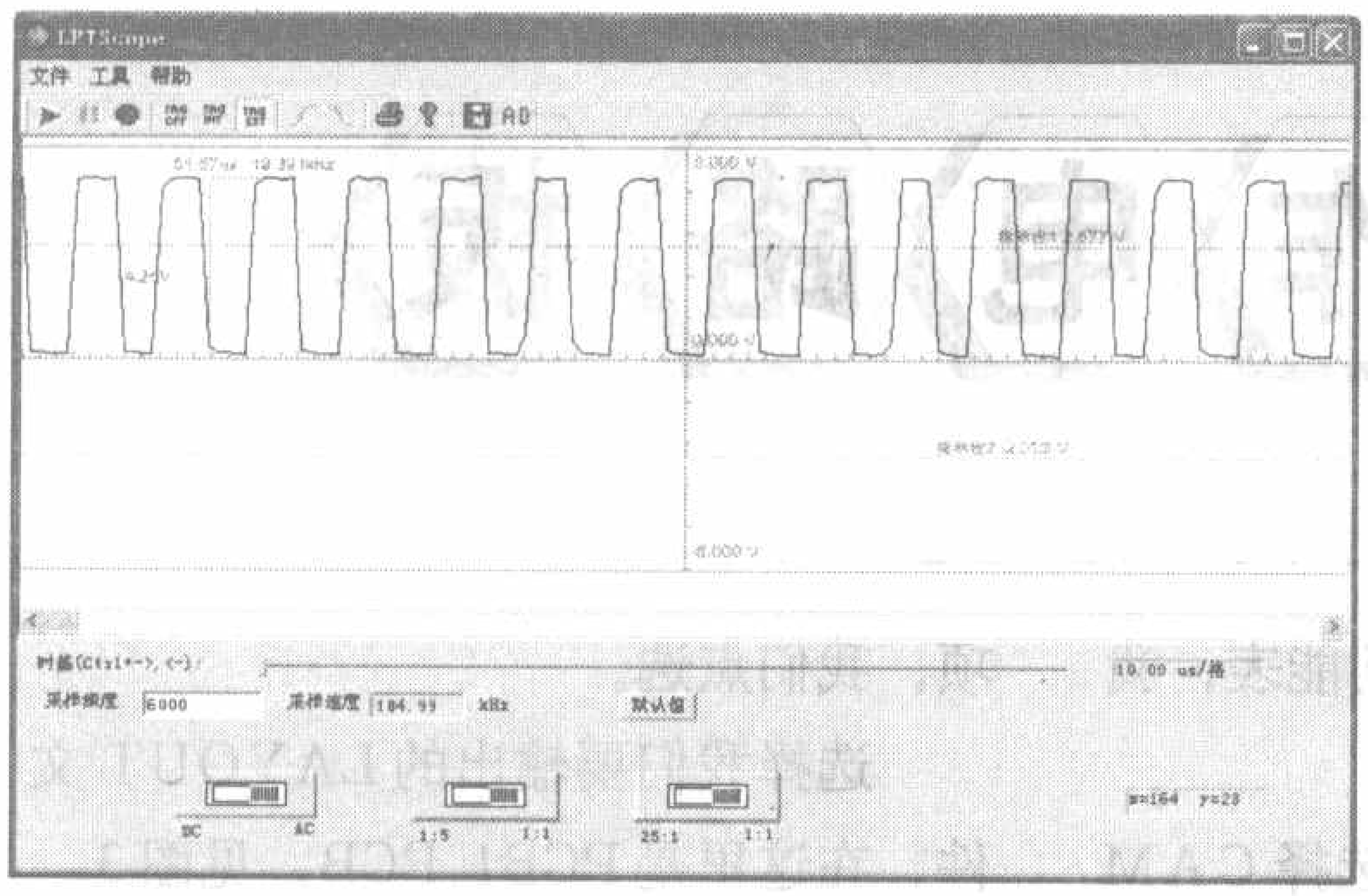


图1

采样频率：224kHz（随CPU频率不同而不同，本机CPU为P4 2.93GHz)。本机测量的信号频率应在40kHz以下。

最高输入电压分四挡：±25V，±5V，±1V，±0.2V，如果接入10:1示波器探棒，最大输入电压可达±250V。

输入阻抗：1MΩ

供电电压：交流9V～15V

触发范围：0%～100%

接口：支持双向传输的并行接口

电原理图如图2所示。

整个系统由一片四运放TL074、一片ADC0820和其他一些辅助元器件构成，包括输入信号调理、信号转换、模数转换、并口接口、触发电平检测和电源等部分。R10、R11、R12、R13、C19、C20和C21构成输入交直流切换和衰减网络，提供交直流输入切换和1:1、1:5的输入信号切换功能。TL074中的一个运放U1A和其周边元件构成一个正相放大器，提供了输入保护和1:1、25:1放大切换功能。TL074中的一个运放U1B构成一个正相放大器，提供−5V～+5V向0～5V转换的功能。ADC0820是一片采用CMOS工艺、带有采样/保持功能、高速、8位A/D转换器，最高采样频率400kHz，本示波器主要是通过它实现模拟信号的采集。ADC0820工作于写模式，计算机并口的1脚给出触发信号后，开始转换，计算机等待一定的周期后读入转换后的信号，ADC0820的工作原理可参考以前的文章或到网上查询。TL074中的一个运放U1D工作在比较器模式，通过输入信号与RP2提供的电压比较提供外部触发信号。电源部分提供了±9V和5V电源供运放和ADC0820使用。读者可以根据自己能找到的外壳的实际情况参照电原理图自行设计印制电路板，图3为笔者安装完成的电路板。

左边的拨动开关用于直流、交流输入转换，中间的拨动开关用于1：5

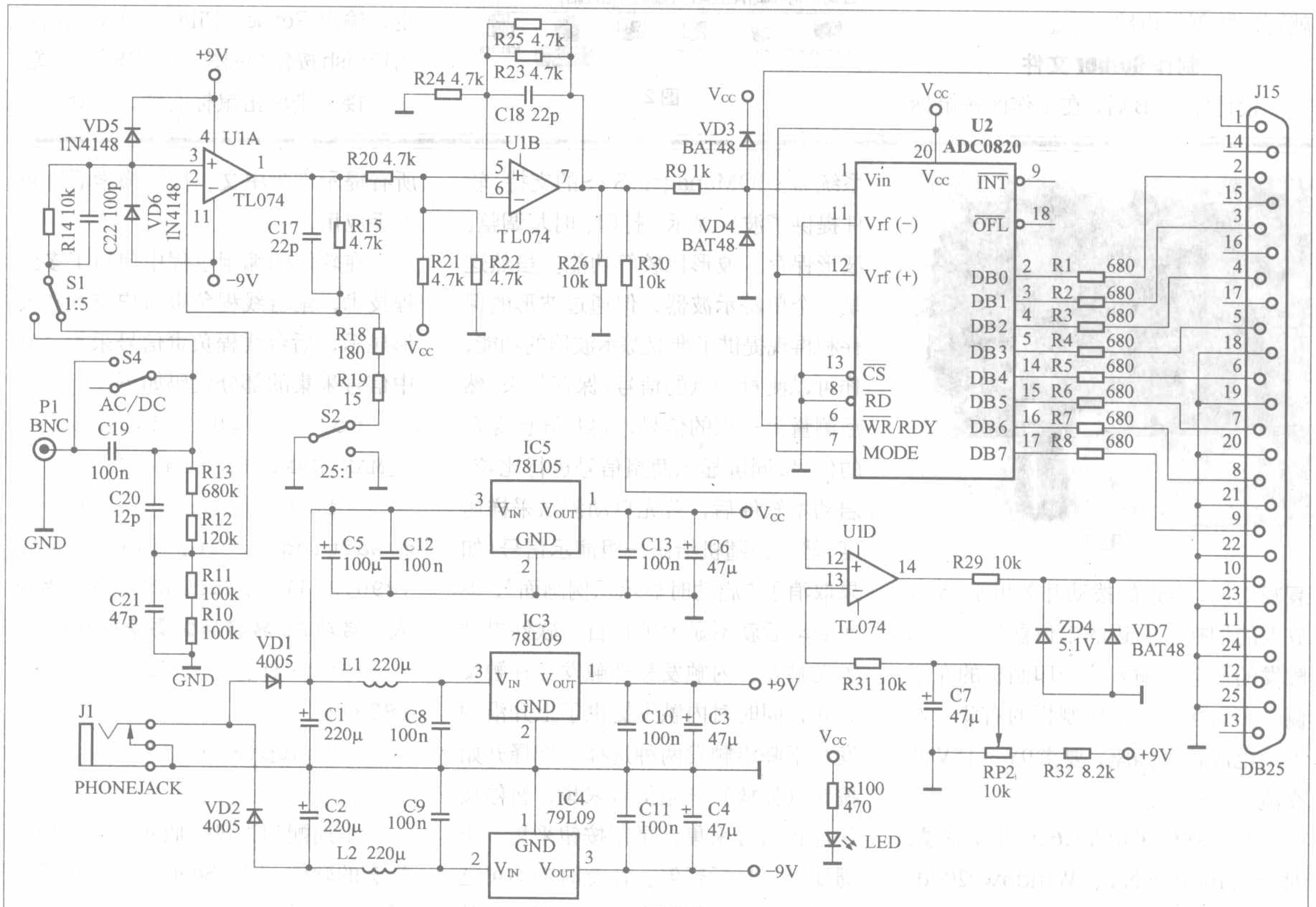


图2

用雕刻机制作电路板

文/谭利民

电子爱好者经常要制作电路板，传统方法是描漆或转印，但往往不近人意。今天已是科技时代，是不是可以让电脑自动制作电路板呢？完全可以。使用电脑雕刻机就可以雕刻印制电路板。下面详细介绍一下如何将PROTEL的PCB电路图转换成雕刻文件。

我们用PROTEL设计好电路后，可以导出Gerber文件和Drill钻孔文件，Gerber文件以前是光绘文件，用来控制光绘机移动，它采用的是CNC数控代码，把这个代码导入雕刻软件，如KCM4、MACH2，连接好雕刻机，就可以雕刻出电路板了。

制作Gerber文件

设计完PCB后，在工作区按鼠标右键，系统会弹出下拉式功能表，我们选择New。

在图1视窗中，我们选择CAM output configuration。

在图2的MyDesign.ddb中，会新增一个CAMManager1.cam的选项，我们点选。

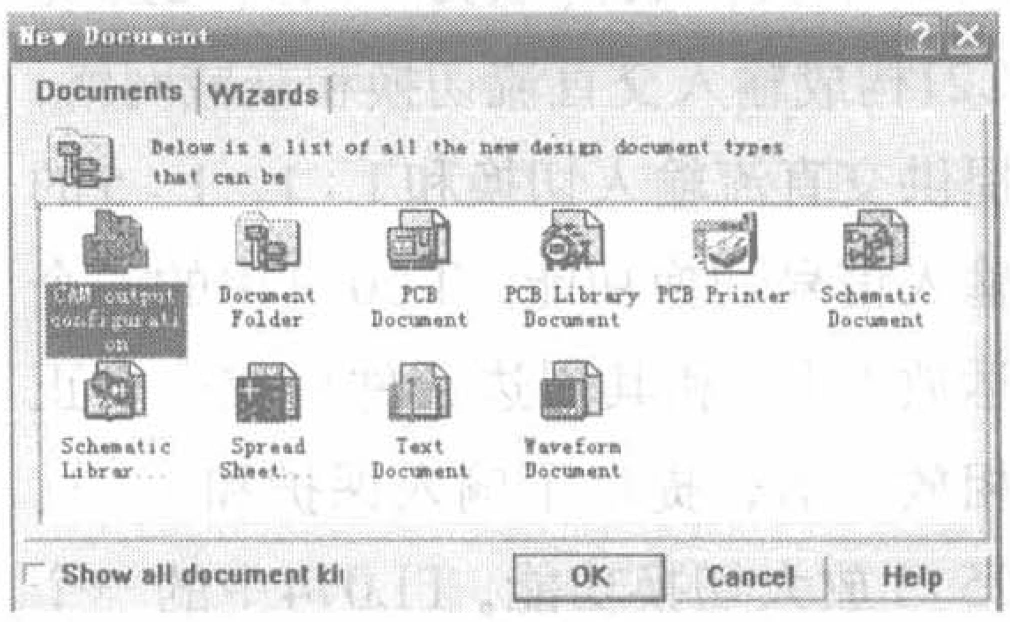


图1

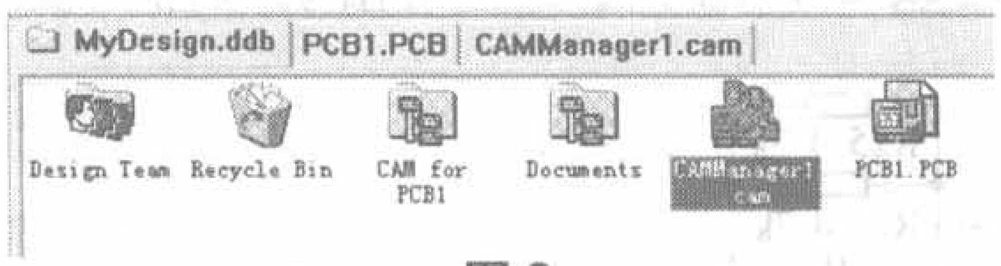


图2

选择我们要输出的LAYOUT文件，在这里是PCB1.PCB，见图3。

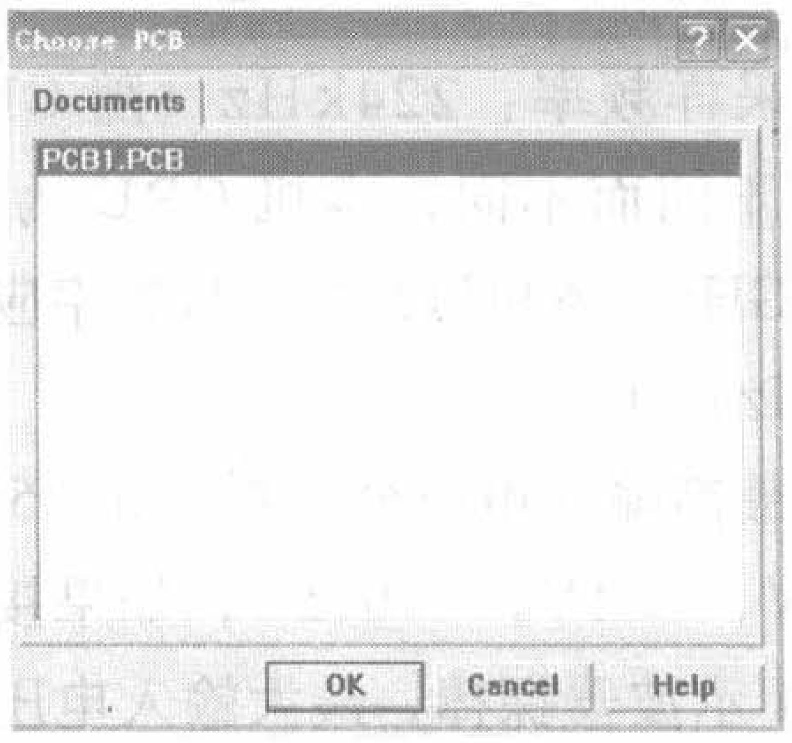


图3

进入Output Wizard视窗，你可以依Wizard的指引，一步一步的设定，输出Gerber File,在这里我们单击Finish按钮(见图4)完成输出设置。

接下来单击鼠标右键，选择插入

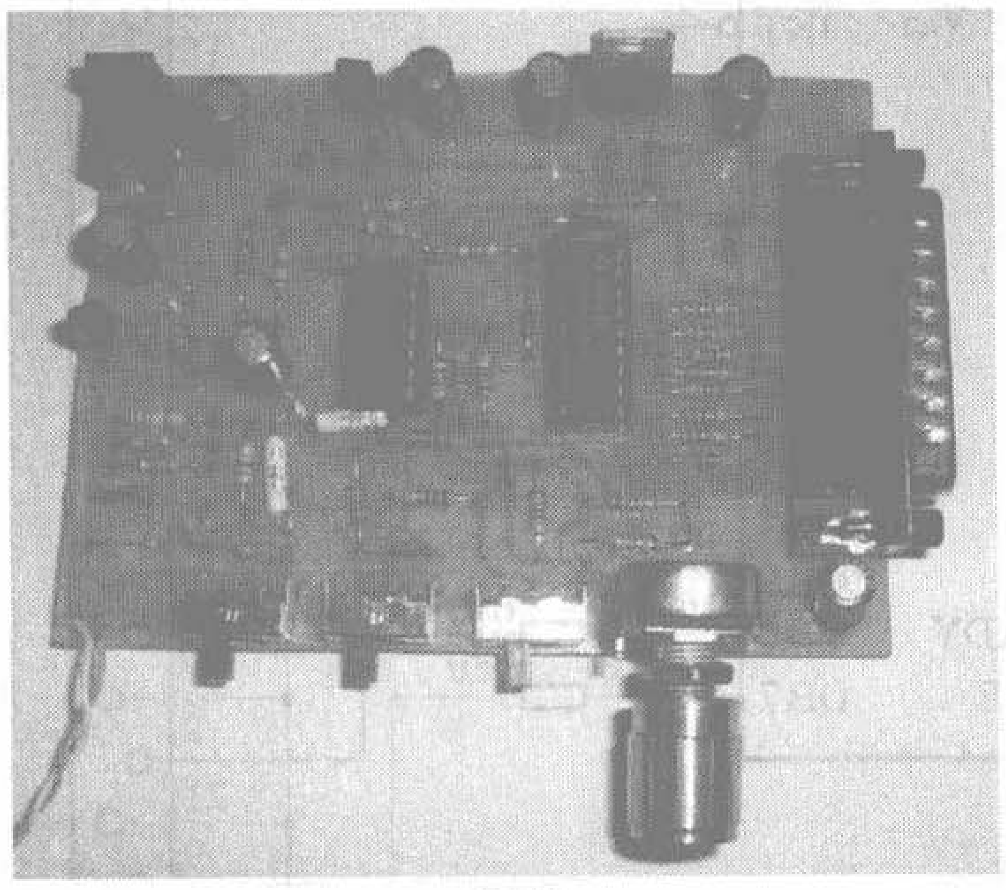


图3

衰减切换，右边的拨动开关用于25：1放大的切换，右边的电位器用于外部触发的调节，输入位于印制板的左下侧，并口接口位于印制板的右侧，左上为电源输入插座，要求9V～15V的交流电源输入。

配套软件采用VC6.0开发完成，对于WindowsNT、Windows2000、Windows2003和WindowsXP等操作系统需要IOManager.SYS的支持，软件提供了波形显示、打印、时基调整、波形保存、波形比较等功能。虽然这是一个单踪示波器，但通过波形的保存和再现提供了准双踪示波器的功能，你可以测量一点的信号，保存起来，然后测量另一点的信号，再打开已保存的信号，同屏显示两组信号进行比较。启动本软件后，首先自动测试采样速度，然后会随机给出一组演示信号(如果取消了“启动时显示示例画面”，下次启动后就不显示了)，目前软件提供了无触发、内触发和外触发三种触发方式，同时对内触发提供了上升沿触发和下降沿触发两种选择，选择开始按钮（播放）开始信号采集，暂停按钮停止信号采集，录制按钮采集一个周期的信号后暂停。任意时刻均可选择保存信号，保存当时的波形。软件所有提示均为中文，简单摸索后即可上手应用。

在软件的编制过程中使用了多线程技术，前台线程负责用户交互和波形显示，后台线程负责信号采集，其中信号采集的部分代码如下：

```
for (i=0; i<pDoc->m_MAX_SAMPLES; i++){
  for (j=1; j<=pDoc->m_WaitingCircle; j++) _outp(890,254);//adc0820工作于写模式，启动AD转换后需要等待600ns
pDoc->m_data[i] = _inp(888);
  _outp(890,255);
}
```

本期配刊光盘中收录了与该电路配套的软件：LPTScope.exe，供读者试用。

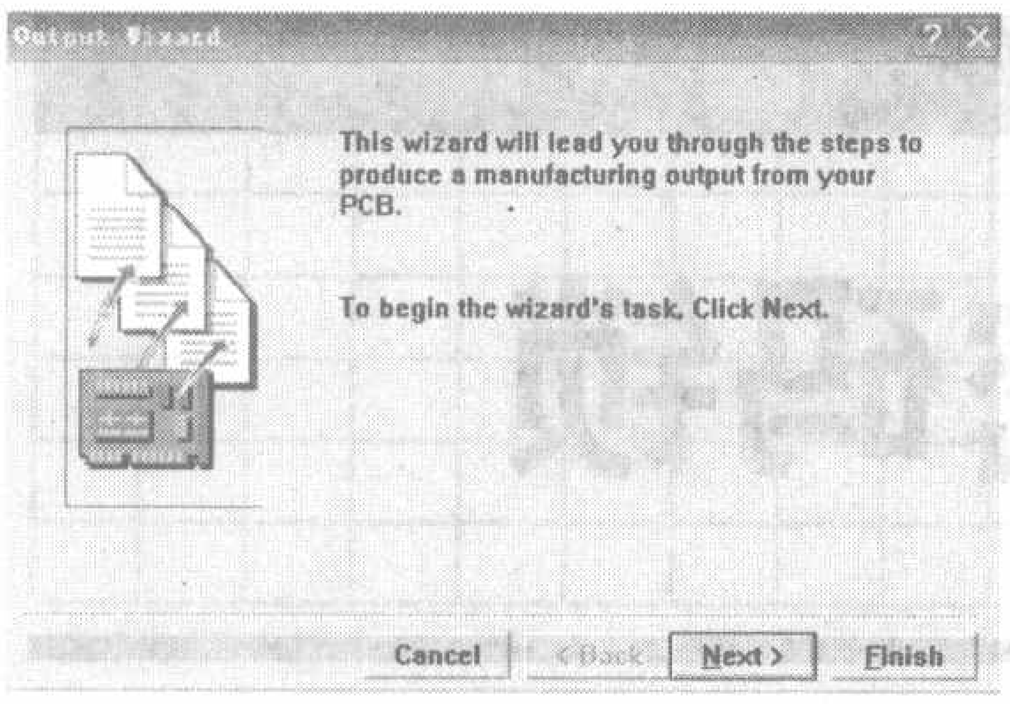


图4

图5

Gerber，见图5。

在General的选项中，我们要设定Gerber文件的格式，我们设定单位(Units)为英寸(Inches)，整数2位，小数3位，见图6。

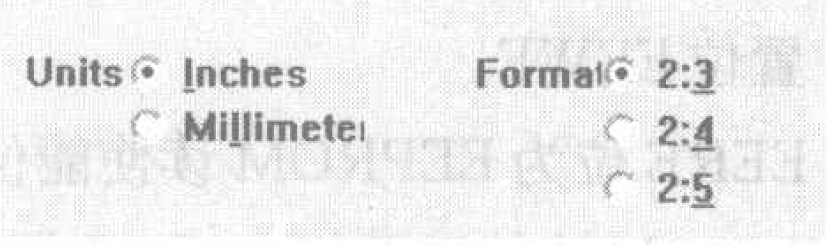


图6

在Layers部分，我们设定要输出的图层，在这里选择TopLayer及TopOverlay，其他默认（见图7），单击OK按钮退出。

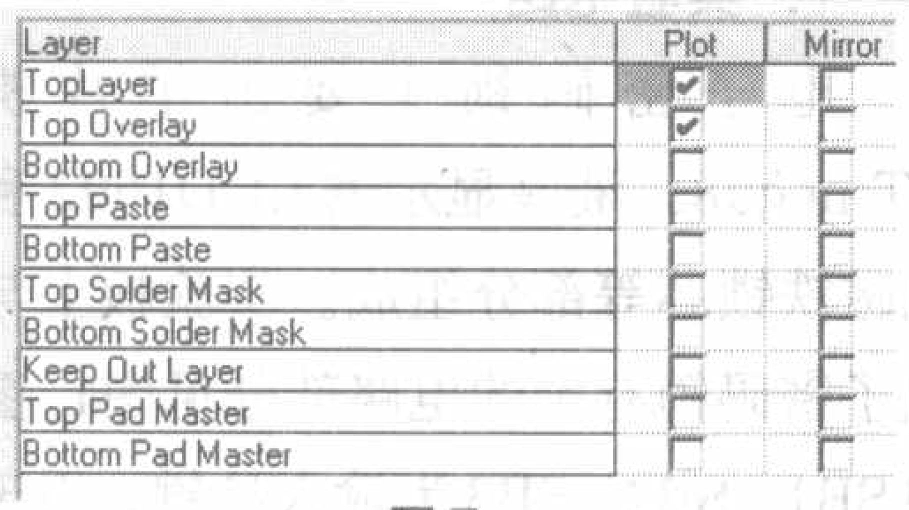


图7

设定Drill File钻孔文件

单击鼠标右键，选择插入NC Drill，插入钻孔文件，见图8。

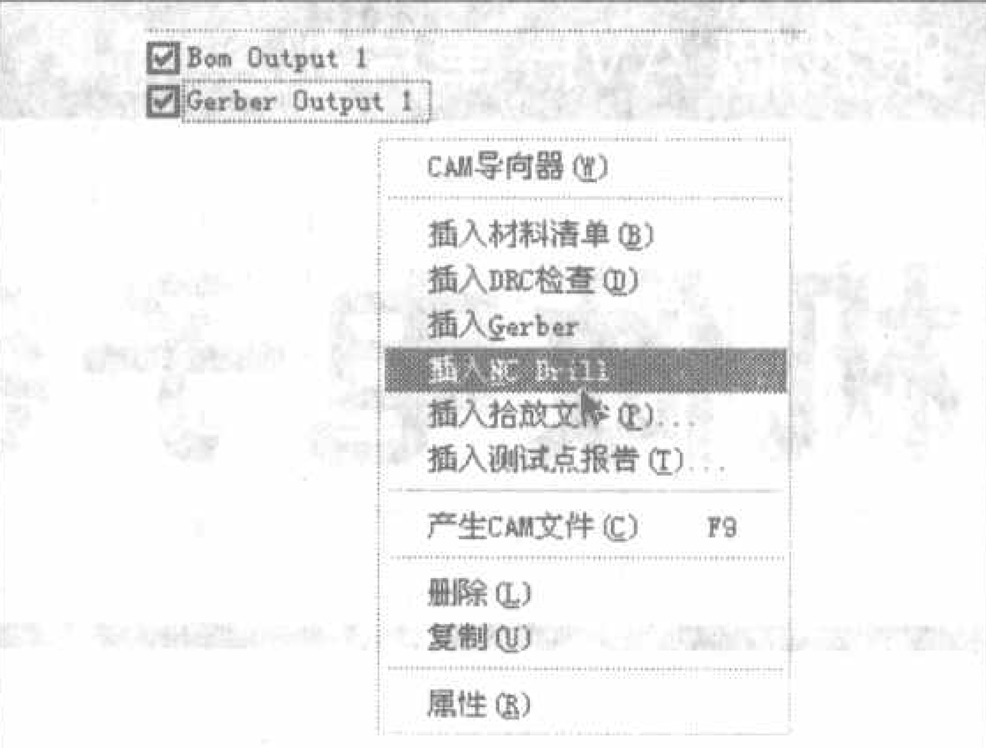


图8

在这个钻孔资料设定视窗中，我们设定单位为英寸，数字格式为2位整数，3位小数，数字尾不补零，见图9。

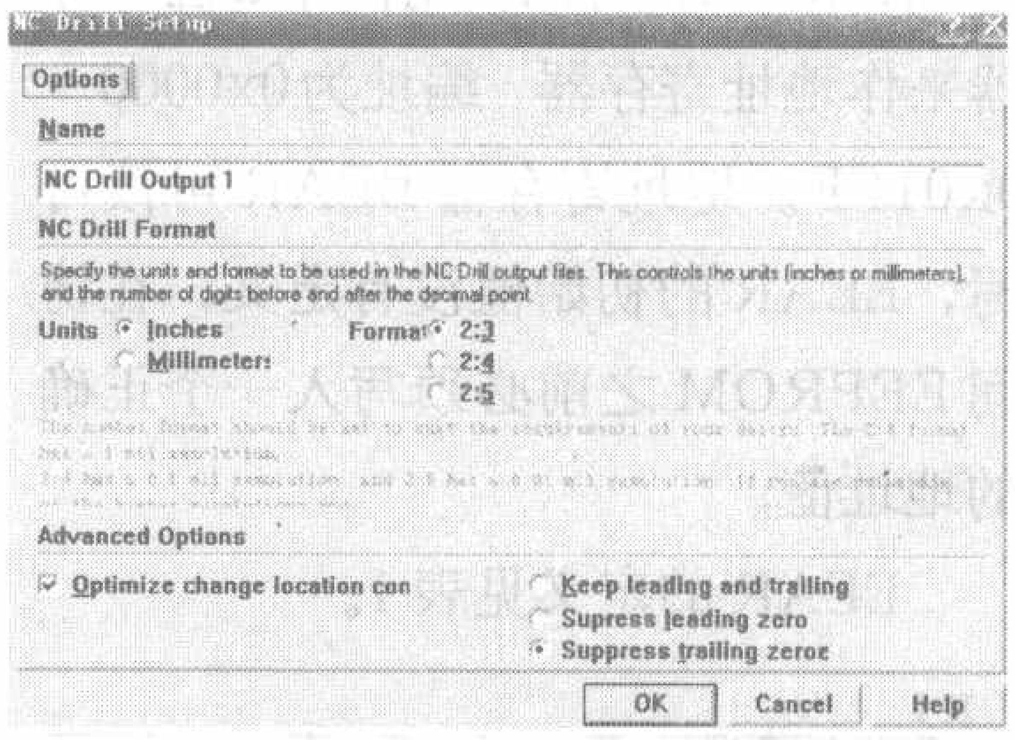


图9

当设定好Gerber及Drill的格式后，就可以将其输出，单击鼠标右键，选择产生CAM文件，程序就会按照前面的设定输出文件，保存在文件夹CAM for PCB1中，见图10。

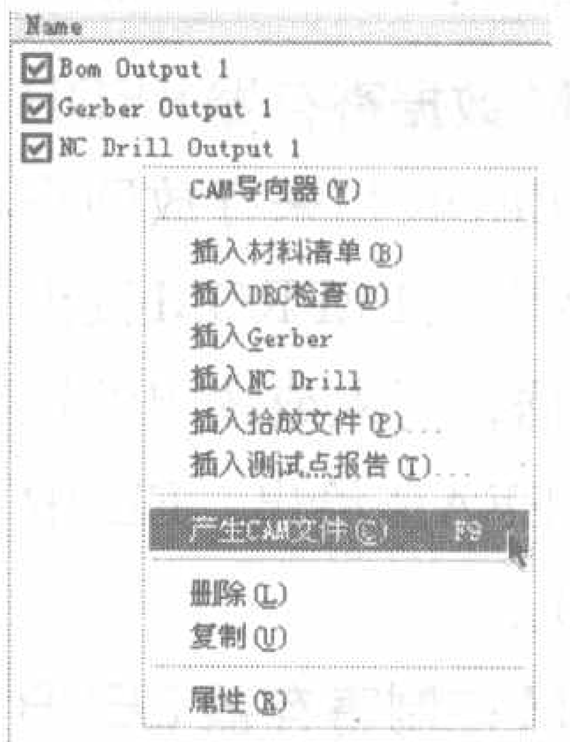


图10

打开文件夹CAM for PCB1(见图11)，在图12的CAM for PCB1文件夹中，GBL是底层文件，TXT是钻孔文件，单击鼠标右键选择导出(Export)。

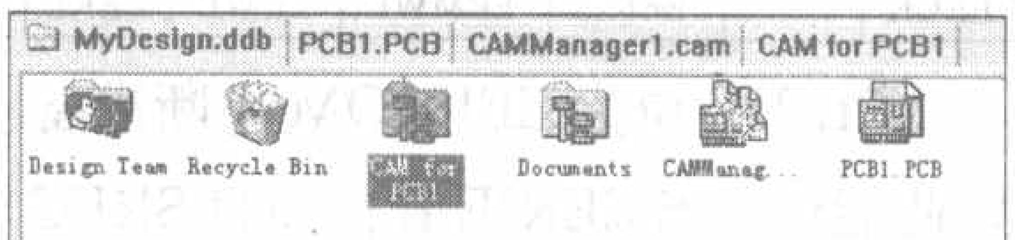


图11

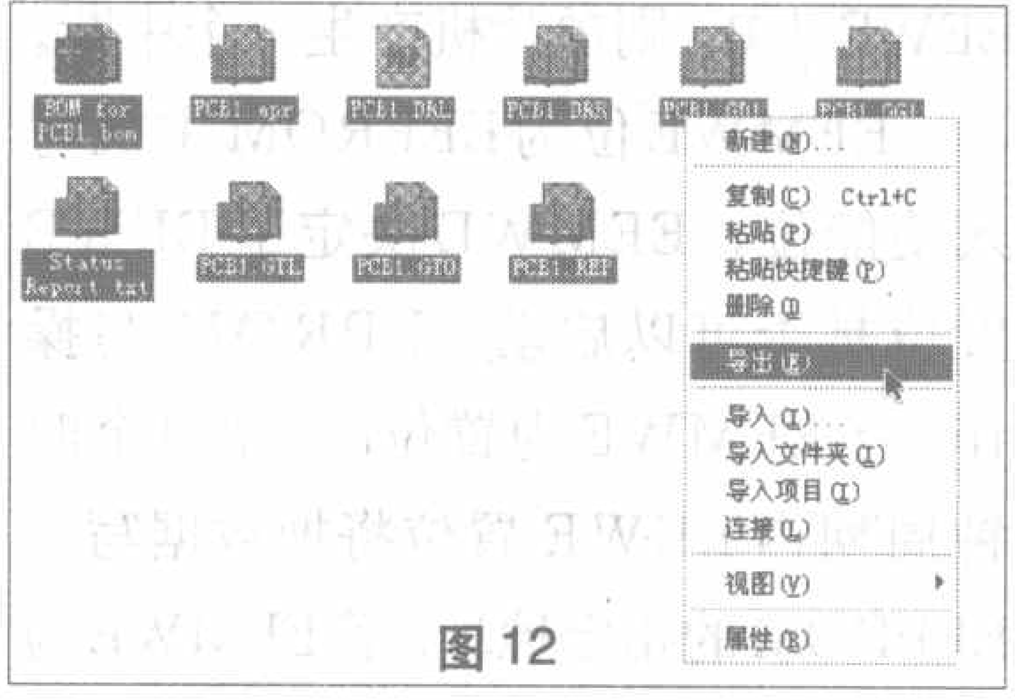


图12

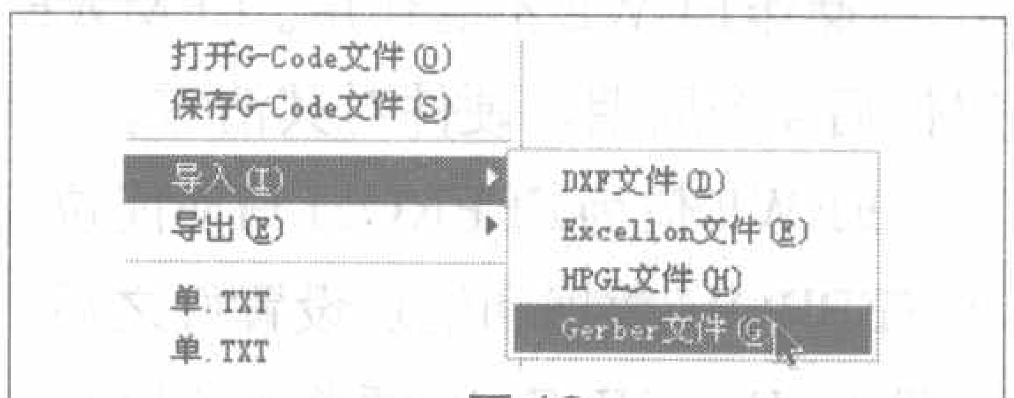


图13

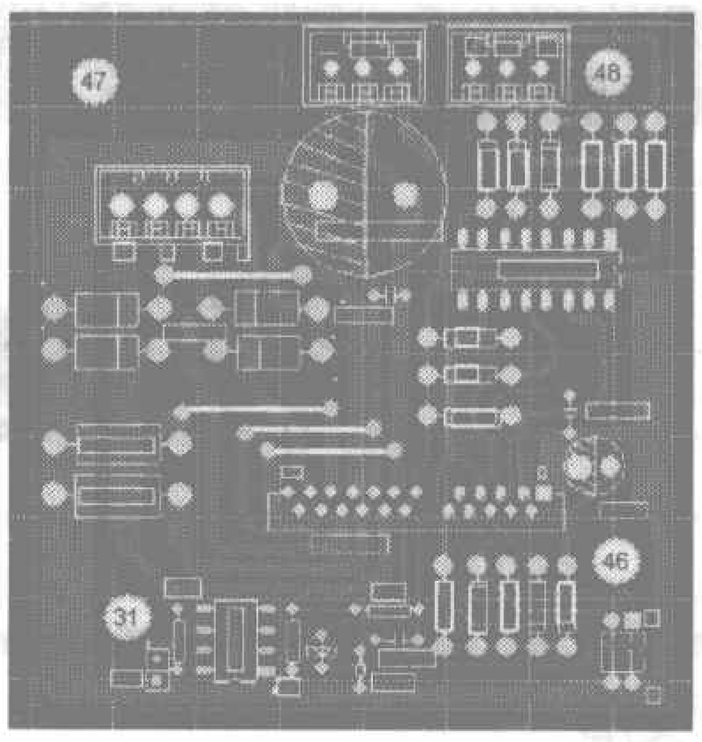


图14 用PROTEL设计的电路

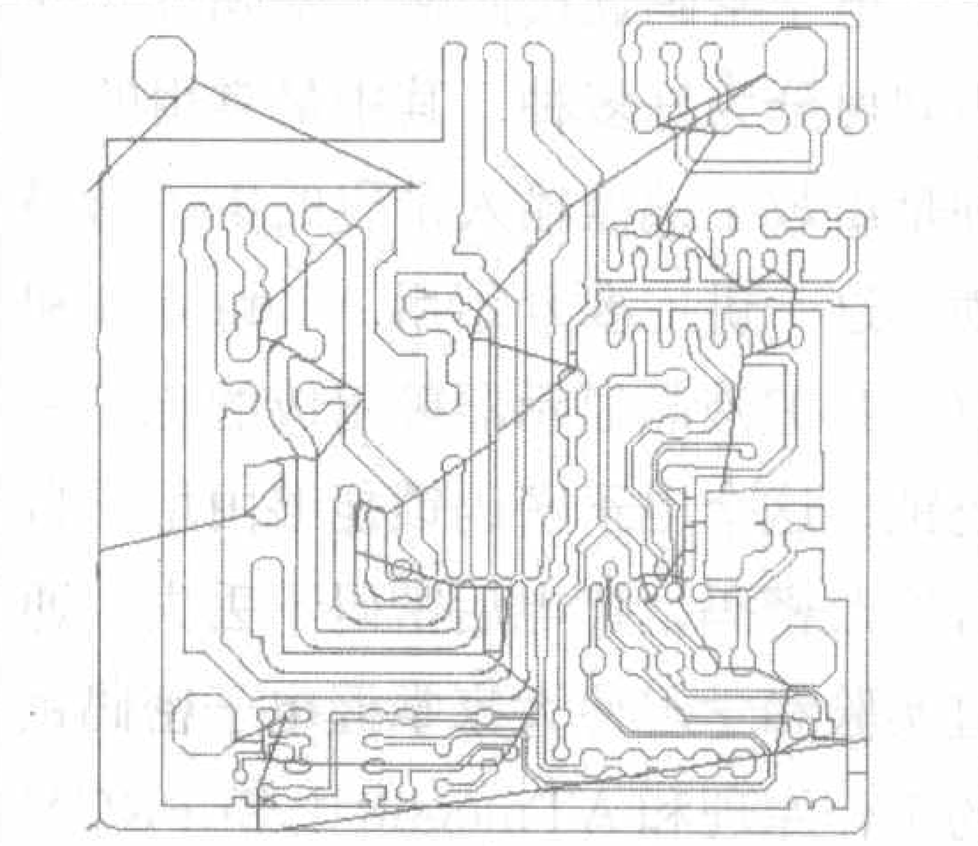


图15 底层刀路

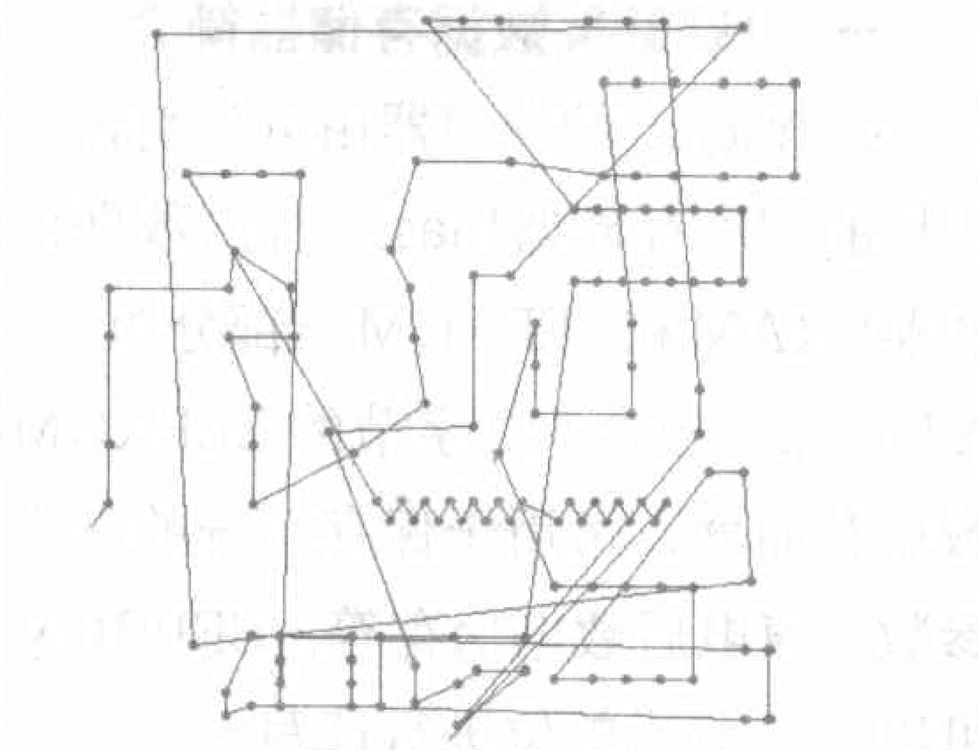


图16 钻孔刀路

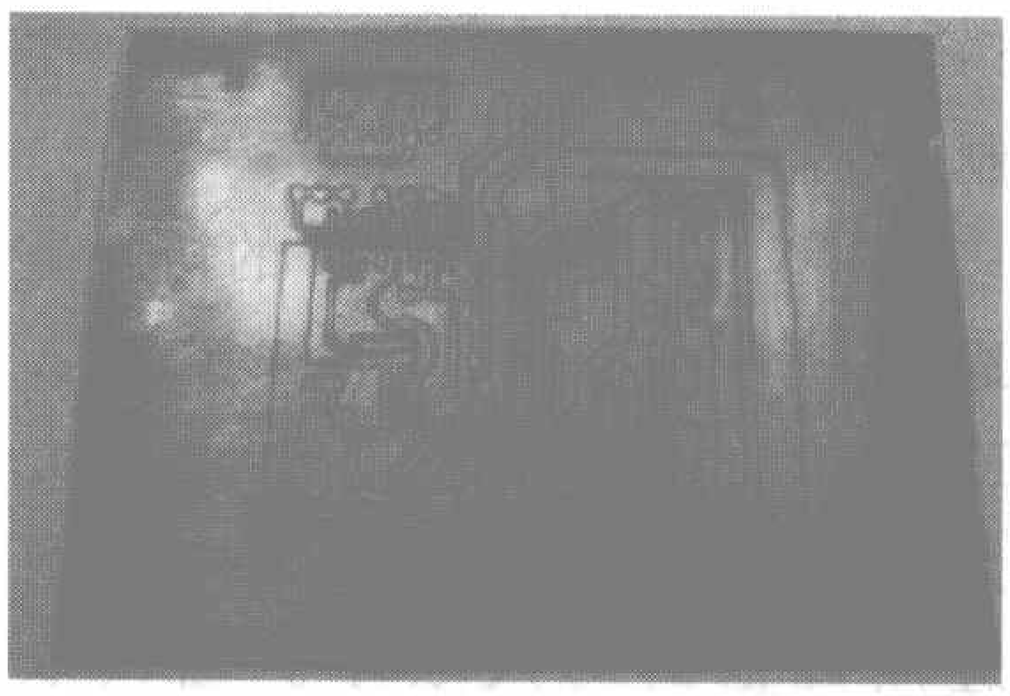


图17 雕刻的成品版

打开雕刻软件KCAM4，点击“文件”、“导入”，导入Gerber文件。上面的“GBL”文件可直接导入，见图13。

图14～图17是笔者设计的PCB电路、生成的底层雕刻刀路和钻孔刀路，最后是雕刻好的PCB。

跟我做AVR单片机实验

用单片机做电子密码锁

文/吴汉清

电子密码锁按照输入密码方式的不同可分为好多种，其中最常用的一种是用数字键盘输入密码的电子密码锁。这一讲主要介绍用ATmega8和LCD1602液晶显示器等组成的电子密码锁，这个电子密码锁能够由用户自行修改密码，掉电后密码不丢失。通过实验和学习使大家掌握电子密码锁的工作原理和ATmega8中EEPROM存储器的使用方法。

一、EEPROM数据存储器简介

ATmega8的存储器由可分别独立寻址的程序存储器Flash、片内数据存储器SRAM和EEPROM三部分组成。ATmega8包含512字节的EEPROM数据存储器，可用于保存系统的设定参数、掉电后数据保存等。EEPROM可以按字节为单位进行读写，至少可进行100000次擦写操作。EEPROM的访问由地址寄存器、数据寄存器和控制寄存器决定。

在程序中EEPROM的访问是通过I/O空间的寄存器来实现的，EEPROM的编程时间典型值为8.5ms。为了防止无意的EEPROM写入，必须遵照规范的写入顺序。当读取EEPROM时，单片机将暂停4个时钟周期再执行下一条指令；当写EEPROM时，单片机将暂停2个时钟周期再执行下一条指令。

下面介绍与EEPROM相关的几个寄存器。

1. EEPROM地址寄存器EEARH、EEARL

因为ATmega8有512（2^9）字节的EEPROM，所以要用两个8位寄存器来作地址寄存器，编址为0x0000~0x01FF。地址寄存器EEAR可读可写，EEAR的初始值没有定义，在访问EEPROM之前必须写入一个正确的地址值。

EEAR的定义见表1。

表1

位	7~1	0
EEARH	–	EEA8
EEARL	EEA7~EEA1	EEA0

2. EEPROM数据寄存器EEDR

数据寄存器EEDR用来存放即将写入EEPROM或者从EEPROM读出的某个单元的数据，写入或读出的地址由地址寄存器EEAR给出。EEDR的初始值为0x00。

3. EEPROM控制寄存器EECR

EECR的定义见表2。

表2

位	7~4	3	2	1	0
EECR	–	EERIE	EEMWE	EEWE	EERE

EERIE位为EEPROM中断准备好使能位，当EERIE置位而且SREG寄存器中的全局中断位I置位时，若EEWE为0，则单片机产生一个中断。

EEMWE位为EEPROM主机写入使能位，EEMWE决定了EEWE置位是否可以启动EEPROM写操作。当EEMWE为置位时，在4个时钟周期内EEWE置位将把数据写入EEPROM的指定地址；若EEMWE为0，则操作EEWE不起作用。EEMWE置位后4个周期，硬件对其清零。

EEWE位为EEPROM写使能位，当EEPROM数据和地址设置好之后，需置位EEWE以便将数据写入EEPROM。此时EEMWE必须置位，否则EEPROM写操作将不会发生。写时序如下：

（1）等待EEWE位变为零。

（2）将新的EEPROM地址写入EEAR(可选)。

（3）将新的EEPROM数据写入EEDR(可选)。

（4）置位EEMWE。

（5）在置位EEMWE的4个周期内，置位EEWE。

EERE位为EEPROM读使能位，当EEPROM地址设置好之后，需置位EERE以便将数据读入EEDR。EEPROM数据的读取只需要一条指令。读取EEPROM后CPU要停止4个时钟周期才可以执行下一条指令。

二、电子密码锁实验

1. 实验电路

电子密码锁主要由单片机ATmega8、液晶显示器LCD1602和电磁铁锁芯等部分组成。实验板上与电子密码锁有关的电路部分见图1。图中SB1、SB2、SB3为输入按键，用于输入数字密码。VD6、R7、VT4等组成电磁铁驱动电路，由ATmega8的PD7脚进行控制，实际使用时只要将VT4的负载由继电器换成电子密码锁的电磁铁吸合线圈即可，当然也可以用继电器的常开触点去控制电磁铁吸合线圈。

2. 程序设计

程序有主函数、初始化函数、LCD显示函数、键盘扫描函数、密码设置函数、EEPROM读写函数和延时函数

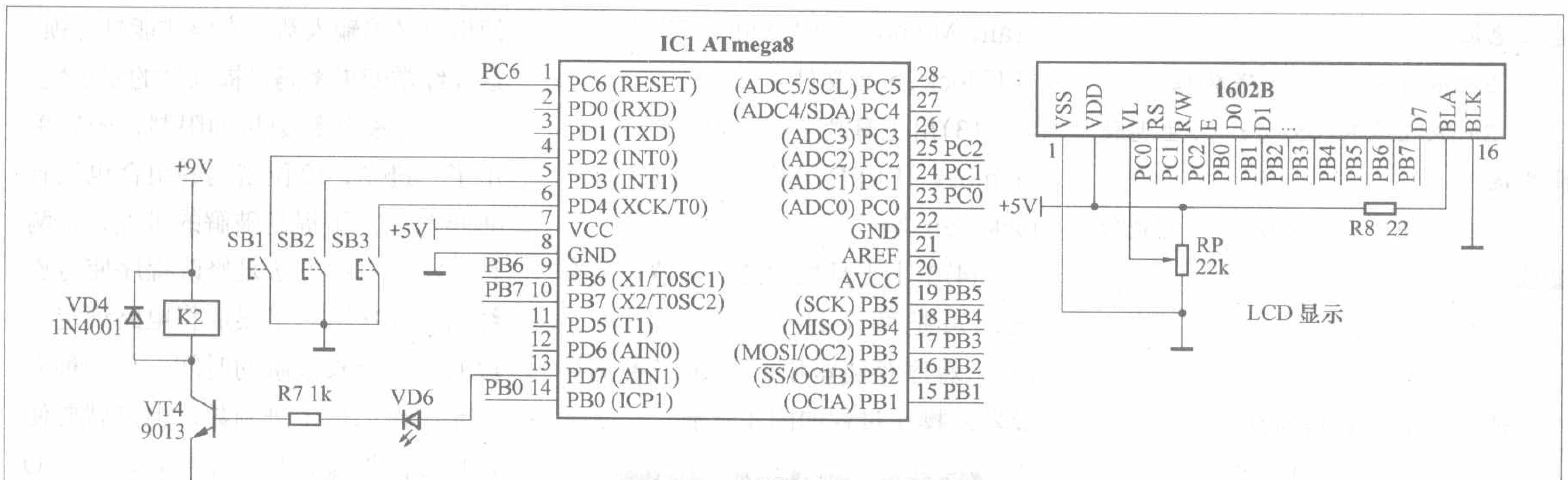


图 1

等部分组成。

程序中共使用了6个数组，其中数组Data1[]用来存储按键值，它存储在SRAM数据存储区，用来记录输入的按键值。其中数组a[]用来存储密码值，为了防止密码值掉电丢失，a[]存储在EEPROM数据存储区，a[]的初始值为a[]={0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0}，即初始密码为000000000000。

实验板上的SB1、SB2两个按钮作数字输入键，SB1输入数字0，SB2输入数字1。SB3为确认键。由于只有两个数字输入按钮，因此密码只能采用二进制数，密码长度为12位。输入的12位密码存储在数组Data1[]中，按一下确认键SB3后，程序将数组Data1[]的各元素和数组a[]的对应元素进行比较，如果两个数组相等，说明密码正确，LCD显示屏显示：RIGHT，PD7输出高电平，由VT4推动电磁铁吸合打开电子密码锁；反之，如果密码错误，LCD显示屏显示：ERROR，打不开电子密码锁。输入密码时输入几个数字LCD显示屏就显示几个＊号。

为了程序设计方便，引入了一个特征值Key，没有任何键按下时，令Key=0；当SB1、SB2有键按下时，令Key=1；当SB3按下时，令Key=2；当密码不正确时，令Key=3。特征值Key作为主函数和按键扫描函数之间联系的一条纽带。

输入密码由按键扫描函数完成，

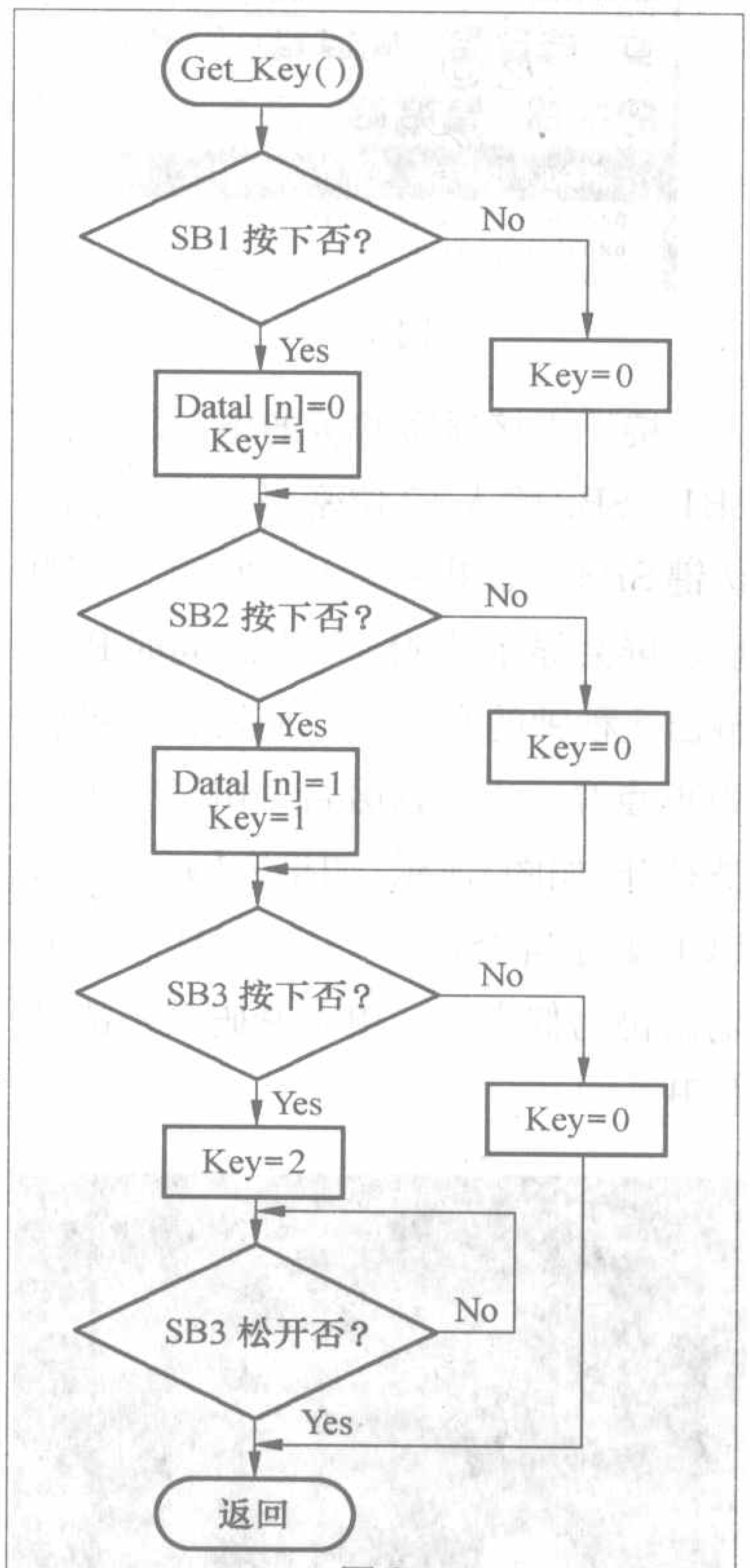


图 2

按键扫描函数的流程图见图2。

密码设置函数用来重新设置密码，新的密码仍然保存在EEPROM数据存储区，这样掉电后新设置的密码就不会丢失了。密码设置函数的流程图见图3。

在验证密码和重新设置密码时要对EEPROM进行读写，这可以用EEPROM读写函数来完成，两个函数的语句如下。

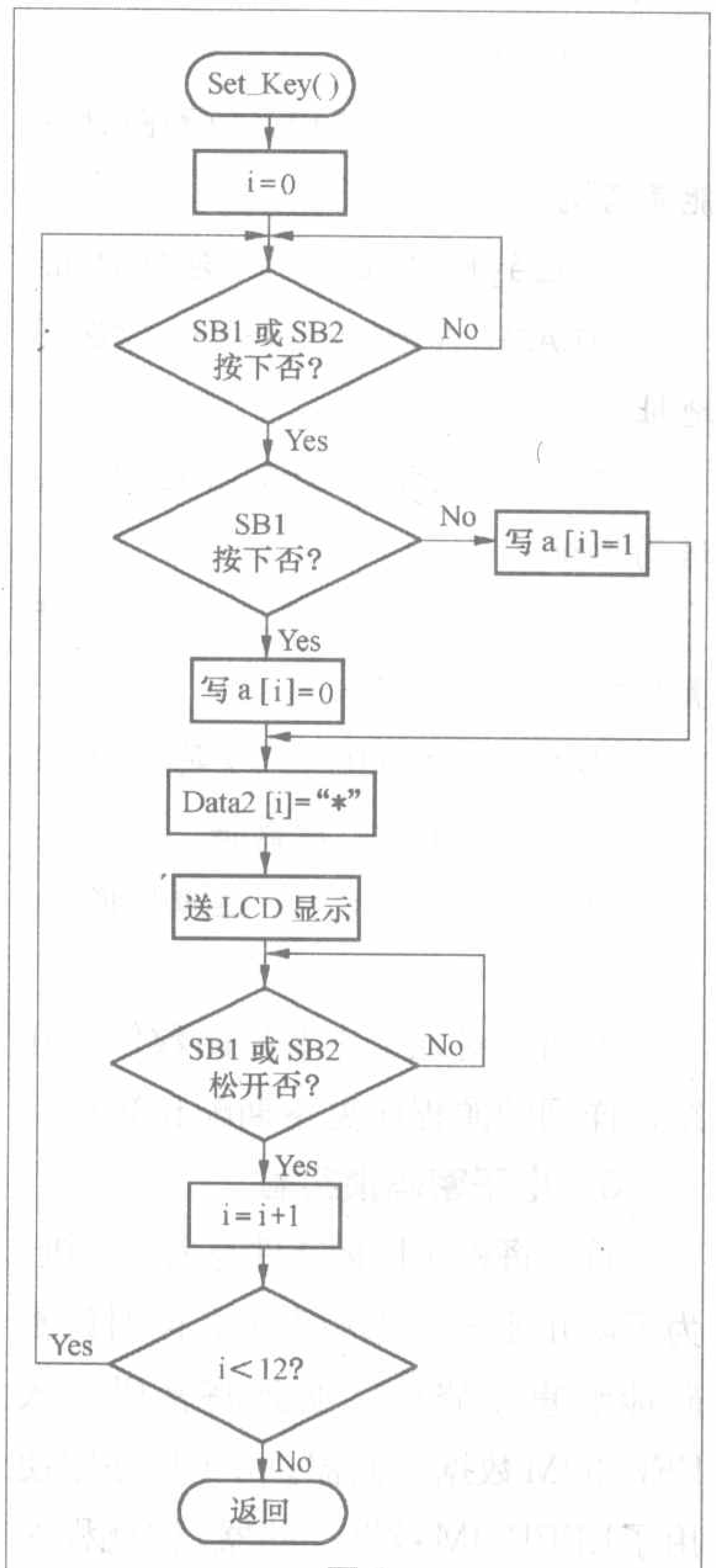


图 3

写EEPROM数据函数：

```
void Write_EEPROM(uchar
Data,uint Address)
{if(EECR&0x20) //判断写使
能是否为0
DelayMs(10); //延时10ms
EEARH=Address>>8; //送高
地址
EEARL=Address&0x00ff;//
```

```
送低地址
    EEDR=Data; //送数据
    EECR=EECR|0x04; //主写使能置位
    EECR=EECR|0x02; //写使能置位
    DelayMs(10); //延时10ms
  }
```

读EEPROM数据函数:

```
  uchar Read_EEPROM(uint Address)
  {uchar i;
    if(EECR&0x01) //判断读使能是否为0
    DelayMs(10); //延时10ms
    EEARH=Address>>8; //送高地址
    EEARL=Address&0x00ff;//送高地址
    EECR=EECR|0x01; //读使能置位
    DelayMs(10); //延时10ms
    i=EEDR; // 读数据
    return(i); //返回数据
  }
```

上面只对几个主要的函数作了介绍，详细的源程序见本期配刊光盘。

3. 电子密码锁实验

首先将程序目标文件写入单片机，为了防止密码掉电后丢失，同时使密码能够重新修改，必须将密码写入EEPROM数据存储器。由于程序中使用了EEPROM数据存储器，因此程序在编译时除了生成HEX目标文件外，还会产生EEP目标文件。HEX目标文件写入Flash程序存储器，EEP目标文件写入EEPROM数据存储器。所以用PonyProg2000写芯片时，在打开目标文件时要分别打开目标文件lock.hex和lock.eep，具体操作过程是：

(1)对芯片进行擦除；

(2)用工具栏上的“Open Program Memory (FLASH) File”按钮打开lock.hex文件；

(3)用工具栏上的“Open Data Memory (EEPROM) File”按钮打开lock.eep文件；

(4)单击工具栏中的“写器件”按钮即可把两个目标文件分别写入Flash程序存储器和EEPROM数据存储器。操作过程如图4所示。

图4

接下来接通实验板的电源，通过SB1、SB2输入12位密码，按一下确认键SB3，如果密码正确的话，LCD显示屏会显示“RIGHT”，同时PD7输出5秒钟的高电平，使发光二极管VD6点亮，电磁铁吸合，电子密码锁被打开，如图5所示。如果密码不正确，LCD显示屏会显示“ERROR”，PD7输出仍为低电平，电子密码锁不能被打开。

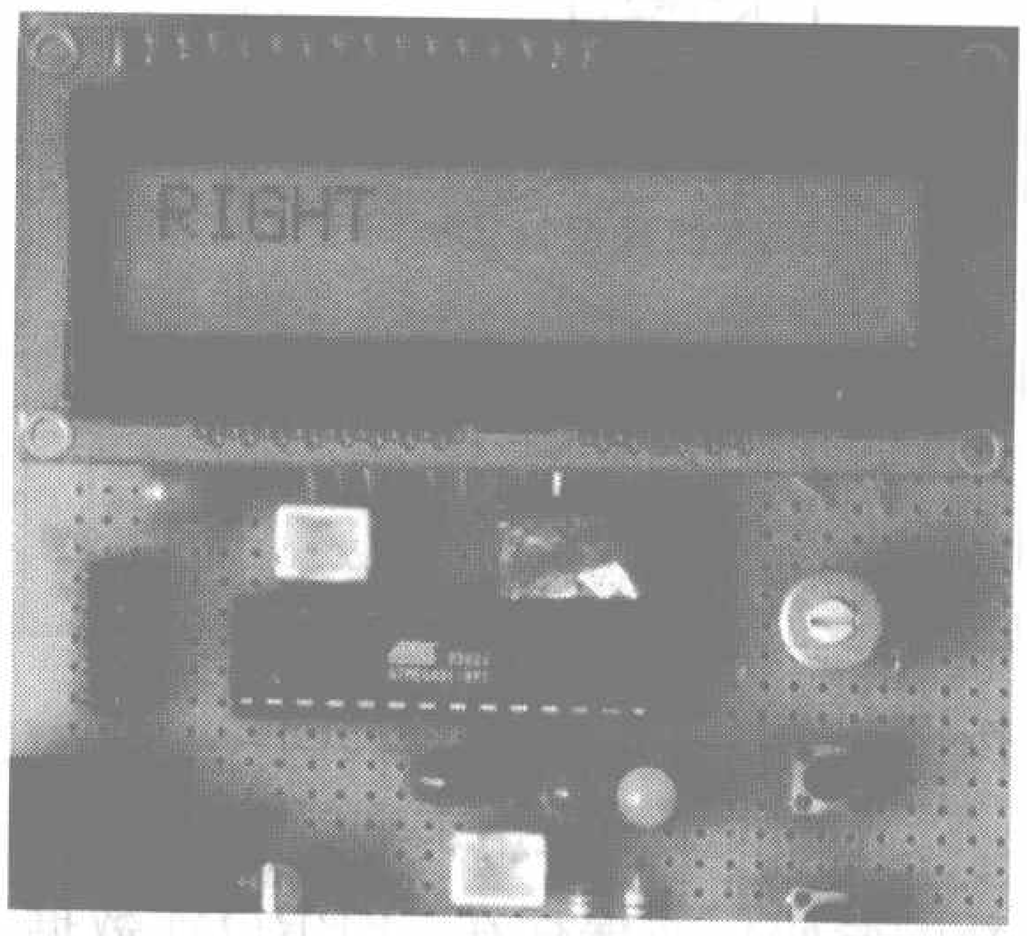


图5

如果要修改密码，必须先输入正确的密码，在VD7没有熄灭前按下SB3，并在VD7熄灭后再保持3秒钟，到时LCD显示屏会显示“SET_PASSWORD”，这时即可用SB1、SB2输入新的12位密码。下次使用时必须输入新的密码才能打开锁，这样经常变更密码可提高锁的安全性。

由于受按键数量的限制，密码采用了二进制，12位密码的组合也只有4096种，为了提高破解的难度，有两种方法：一种方法是修改程序使得连续输入几次密码错误后将电路锁定一段时间，延长破解的时间；另一种方法是密码采用十进制数，但这就要使用更多的按键，从而使用较多的I/O接口，电路必须进行调整。上述两种方法如何实施留给读者自己思考。

编后语：

从今年第1期开始刊登的“跟我做AVR单片机实验”系列文章至此就全部刊登完了，加上去年第1～12期的“走进精彩的AVR单片机世界”连载文章，你是否了解和掌握了Atmel公司AVR系列单片机的特点和简单应用了呢？在阅读和练习的过程中你遇到什么问题了吗？你还希望《无线电》进一步介绍哪方面的内容呢？欢迎给编辑部来电来信说说你对文章的要求和建议！

本期杂志第43页刊登了一篇综合运用ATmega8单片机制作可调数显稳压电源的实例，附有完整的电路图和源程序，看过前面这两个系列连载文章的读者可动手试做一下。稳压电源是电子设计、制作必备的设备之一，该电路在传统三端可调稳压电路的基础上，采用单片机进行电压的调节、测量，并用LED数码管显示当前的输出电压值。既实用，又能综合练习ATmega8内部ADC的使用、测量数据的显示等基本功能，同时还能对比单片机电路与传统电路之间工作原理、设计思路和性能的差异，加深对单片机原理的理解。如果你在制作的过程中有不明白的地方，可到《无线电》杂志网站的技术论坛(www.radio.com.cn/bbs)“单片机开发与应用”板块发帖，与别的读者互相交流。

单片机编程技巧

用调试法编制单片机精确延时程序

文 / 房毅卓

编者按： 计数器／定时器是单片机中的基本功能部件之一，它可起延时或控制I/O口输出信号频率、占空比等作用。传统的方法是根据系统时钟频率和所要求的定时周期设置计数器的初值，当计数器做递减运算到零时产生中断，启动相应的中断子程序。在计算计数器初值时，因每一条指令的运行本身要占用机器周期，故要在计数器的耗时之外加上跳转指令、中断指令和子程序等的耗时周期，设计者需要完全清楚程序的每一步流程和各种指令的周期数，稍微疏忽就会计算错误。而且当程序修改后又要重新计算，十分麻烦。本文介绍的调试法，利用仿真软件模拟程序的运行，根据实测延时时间调整延时程序循环次数，避开了指令周期的计算，适合初学者简化程序设计，非常实用。

在单片机的控制应用中，常有延时的需要。使用汇编语言可以编制能够精确控制延时时间的程序，但参数计算却比较复杂。延时参数的计算，是一个让专业人员都感到头痛的问题。为了工作需要，专业人员一般都建立有满足不同延时需要的程序。但对于初学者来说，却是一个比较困难的问题。利用WAVE3.2集成调试软件的强大仿真调试功能，通过反复几次修改延时参数，就可以轻而易举地编制出精确延时程序，即使是初学者也不例外。下面通过一个实例，介绍这种编制精确延时程序的方法。

10ms精确延时程序的编制与调试

1．基本程序编制

延时程序的延时时间主要与两个因素有关，一是所用晶振的频率，二是延时程序中的循环次数。晶振确定之后，则主要是如何设计和计算需给定的延时循环次数。例如假设晶振频率为6.000MHz，如果不计子程序调用、子程序返回等因素的影响，则单重循环程序能够实现的最大延时时间为255 × 2 × 2μs ≈ 1ms；二重循环程序能够实现的最大延时时间为255 × 255 × 2μs=130.05ms；三重循环程序能够实现的最大延时时间为255 × 255 × 255 × 2μs=3.316275s。因此，实现延时10ms的程序，需要使用二重循环程序，且第二重循环程序需要循环的次数大约为：N=10ms/1ms = 10（次）。因此，10ms延时的基本程序如下：

```
DELY10ms: MOV R0,#255; 第一重循环的次数装入R0
LOOP2: MOV R1,#10; 第二重循环的次数装入R1
LOOP1: DJNZ R0,LOOP1
       DJNZ R1,LOOP2
       RET
```

2．WAVE3.2集成调试软件参数设置和延时时间基本程序的测试

运行WAVE3.2集成调试软件，并对软件的“仿真器”选项中的“仿真头设置”项的“晶体频率”进行如图1所示的设置。

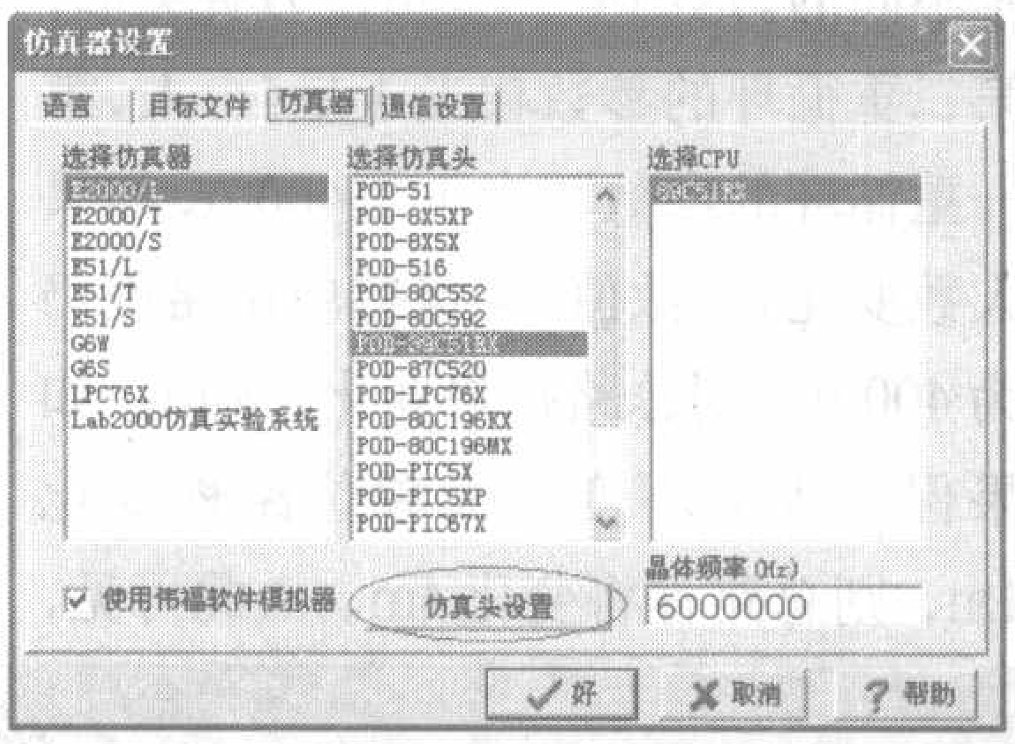


图1

将以上基本程序输入新创建的文件，进行编译后，即可进行基本程序的测试，下面介绍两种简单的测试方法：

（1）使用“执行到光标处”的方式进行程序测试步骤如下：

A.将光标移到“RET”指令处（单击一下，可以看到光标在这一行上闪烁）；

B.按“执行到光标处”快捷键F4或从菜单栏“执行／执行到光标处”。

（2）使用“设置断点”的方式进行程序测试步骤如下：

A．将光标移到“RET”指令处，按“断点/取消断点”快捷键Ctrl+F8或从菜单栏“执行／设置／取消断点”，进行断点设置（设置成功的画面如图2）；

B．按全速执行快捷键Ctrl+F9或从菜单栏“执行／全速执行”。

通过以上任意一种方式的操作，程序运行到“RET”行将自动停止。即可看到图3所示的执行结果，在WAVE3.2集成调试软件的窗口下部的“执行时间”窗看到这段程序的执

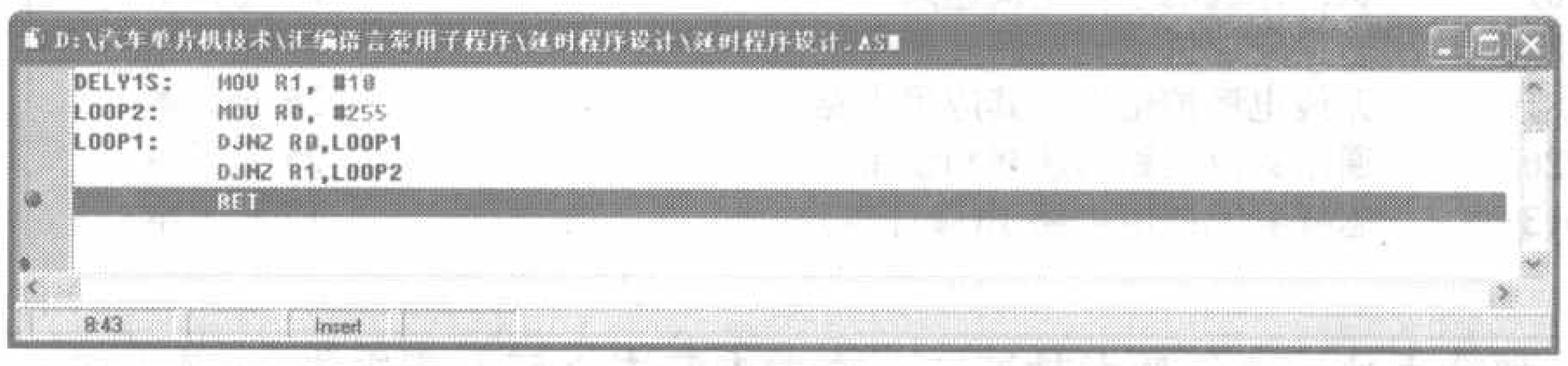


图2

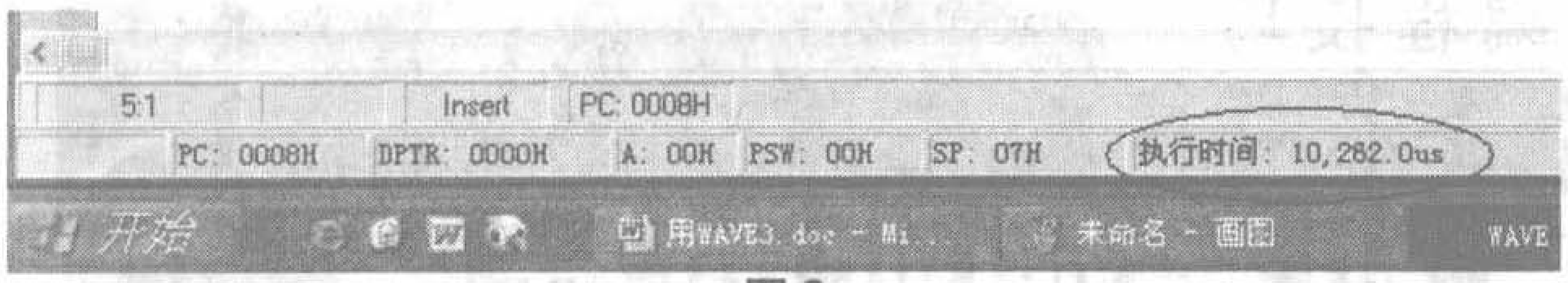


图3

行时间为10262.0μs。

3. 延时时间程序的初步调试

通过延时时间基本程序的测试，看到这段程序的执行时间为10262.0 μs。比目标延时需要多了262μs。如何得到更加精确的延时，是软件延时的难点。

由以上10ms延时的基本程序可见，第一重循环的参数变化1与第二重循环的参数变化1，对定时时间的影响是不同的。这与4×400m接力赛类似，第二重循环的参数相当于是4个人，第一重循环的参数相当于是400m，如果人数变化1个数值，而保持单位路程仍为400m，则总路程将变化400m；如果保持人数不变，而单位路程变化1m，则总路程将变化4m。由此可见，第二重循环的参数变化对定时时间的影响更大。延时程序可以通过增减循环程序段的循环参数的数值来进行延时时间的基本调整。

由于延时仅多了262μs，因此，可以通过调整第一重循环的参数来进行初步调整。将传送给R0的循环的参数改为245，编译后，重新进行测试，程序的执行时间变为9862.0μs，延时误差为−138μs；将传送给R0的循环的参数改为248后测试，程序的执行时间变为9982.0μs，延时误差为−18μs；将传送给R0的循环的参数改为249，编译后，重新进行测试，程序的执行时间变为10022.0μs，延时误差为+22μs。至此，最后的两个结果，对于要求不是很高的控制过程，这样的延时精度已经足够了。

4. 延时程序的精确调试

如果要进一步提高延时精度，需要对延时程序进行微调。在程序中，对延时时间进行微调的方法是：在程序中加入只是起到调节机器周期作用的指令。常用1字节空操作指令NOP进行微调。通过微调后的程序编译后，进行测试，程序的执行时间变为10000.0μs。经微调后的程序如下：

```
DELY1S: MOV R1, #10
LOOP2: MOV R0, #248
LOOP1: DJNZ R0,LOOP1
       DJNZ R1,LOOP2
       NOP
       ……
       RET
```

本文只是探讨了一种比较实用的定时程序的简单的设计方法，适用于初涉自动控制系统开发的初学者。对于精确的计时系统的开发，单纯采用提高延时子程序的方式是不可取的。

《无线电》杂志社推荐书目

品牌推荐　89488　《无线电》2001–2005年合订本（2CD-ROM）　邮购价：40元/套

新书上架		邮购价
15709	看图学修电磁炉	26元/本
15940	实用无线电遥控电路	34元/本
15693	怎样识别和选用集成电路	22元/本
15515	电动自行车电气故障诊断与维修	17元/本

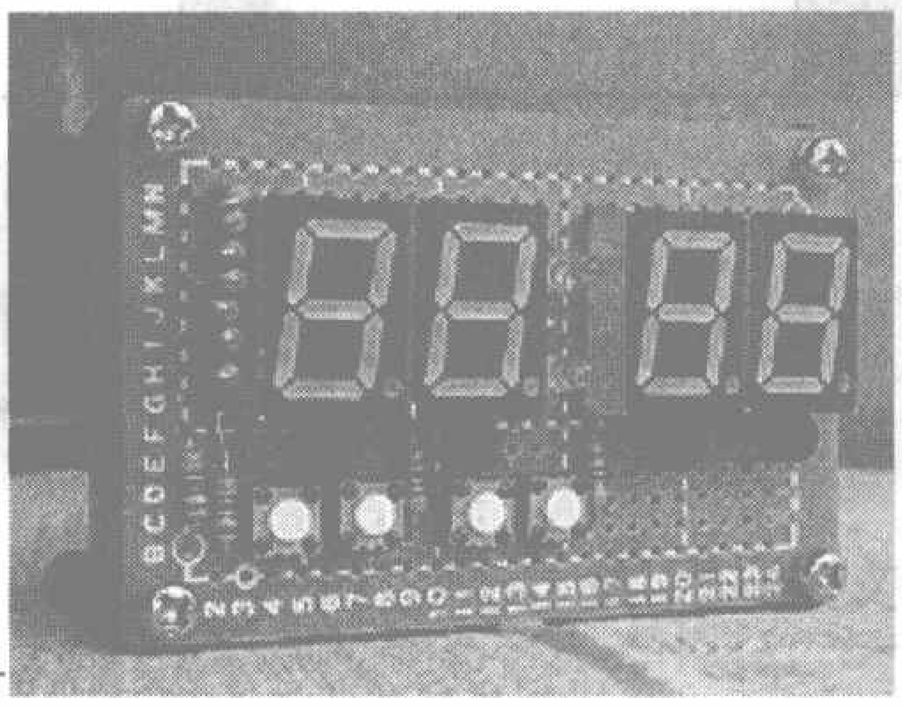
畅销图书		邮购价
15129	触摸屏与PLC入门	35元/本
15195	监控组态软件和PLC入门	37元/本
15231	新编电工实用线路200例	20元/本
14091	《无线电》家电维修精汇	35元/本
14021	无线电问与答精汇	41元/本
13545	无线电制作精汇（2）	38元/本
13544	无线电元器件精汇（第2版）	38元/本
13424	无线电识图与电路故障分析轻松入门(第二版)	35元/本
13435	无线电元器件检测与修理技术轻松入门(第二版)	35元/本
14260	例说8051	39元/本
15197	零起步轻松学电子测量仪器	22元/本
15127	数字电视知识解读	28元/本
14781	图解电力拖动系统电路	22元/本
15615	怎样识别和检测电子元器件	23元/本
14427	怎样看数字电路图	23元/本
12537	看图学电工技能	34元/本
12337	电子节能灯与电子镇流器的原理和制造	32元/本
11814	识读无线电电路图快速入门	26元/本
11826	彩色电视机单元电路应用与维修手册	44元/本
11819	无线电遥控组件及其应用电路	26元/本
12263	通用集成电路的选择和使用	25元/本
06131	怎样看无线电电路图(修订本)	17元/本

强势品牌		邮购价
2–75	《无线电》杂志及增刊	
2003–2006年第1～12期，2007年第1～12期		6.8元/本
9020052	《无线电》2005年增刊	28元/本
2003年增刊	大屏幕显示器电路解说及维修方法	28元/本
2002年增刊	国产彩色电视机电路解说及维修资料	25元/本
2001年增刊	进口彩色电视机维修资料	28元/本
2000年增刊		6元/本
《无线电》合订本		
14164	2005年上册　28元/本　14165　2005年下册	28元/本
12887	2004年上册　28元/本	
11940	2003年上册　28元/本	
11854	《无线电》2006年合订本上册	28元/本
11855	《无线电》2006年合订本下册	28元/本
82–590	《高保真音响》	
2003–2005年部分期，2006年第1～12期，2007年第1～12期		15元/本
9020021	《高保真音响》2002年增刊	28元/本

光盘产品		邮购价
89497	长虹最新彩电电路图集（2CD-ROM）	40元/套
2399	创维最新彩电电路图集（CD-ROM）	40元/套
788024	5.1声道DVD质量样版试机碟（1DVD）	38元/盘
68147	国内外名厂扬声器资料汇萃（CD-ROM）	40元/套
00010	《高保真音响》1994–1998年合订本（4CD-ROM）	110元/套
010013	新型彩色电视机原理与维修（15VCD）	300元/套
0030910	VCD/DVD视盘机原理与维修技术讲座（10VCD）	200元/套
040038	最新打印机工作原理及检修（4VCD）	80元/套
990006	彩色电视机实用维修技术（8VCD）	144元/套
990004	冰箱实用维修技术（4VCD）	72元/套
020015	空调器实用维修技术（6VCD）	108元/套

邮购方法：请将购书款汇至北京市南区崇文区夕照寺街14号A座，收款人：《无线电》杂志社，邮编：100061，请在汇款单附言中注明书号及册数（如购买杂志请注明年份及期数，如要挂号购买杂志请另加3元挂号费），联系电话：(010)67134097–24。

用PIC单片机制作LED数字钟



文/傅劲松

本文介绍的LED数字钟（见图1）是利用PIC16F84A单片机实现的，它走时精确，具有定时闹钟功能，时间调整和闹钟设置也非常简单。其电路图见图2，从图中可以看出，其电路非常简单，下面简单介绍一下该款LED数字钟的制作要点和体会。

软件部分

在制作硬件部分之前，建议先将程序在电脑上调试好。这里采用的是MPLAB IDE v7.00软件平台进行的测试。在汇编程序的时候，注意在汇编程序设置（MPASAM Assembler）中将Disable Case Sensitivity复选框选中，否则程序无法通过汇编测试。关于程序的调试可以采用MPLAB IDE v7.00自带的调试器（Debugger），选择其中的MPLAB SIM仿真器，即可对程序进行逐步的测试和查看程序执行的每一步。关于该数字钟的源程序见本期配刊光盘。该程序已经过测试，无需调试直接进行芯片烧录即可工作，通电后时间显示为10:00。

图1

硬件部分

1.由于电路很简单，这里没有制作专门的印制电路板，采用直接搭焊法。电路分成上下两部分：上层部分主要为时间显示和时间调整部分；电源部分和PIC芯片及报警输出部分置于底层电路板。这样制作的目的是为了减小整体尺寸和美观。如果你想经常调试电路，建议不要采用这种电路布局，因为PIC芯片的拔插不方便。这是我后来在调试电路过程中遇到的一个麻烦。

2.要注意电阻R1～R11的选择，建议使用470Ω或330Ω。当选择470Ω电阻时，整机工作电流在16mA～23mA之间，比较省电，但在白天的时候LED数码管亮度偏小。若选择330Ω电阻，亮度会有改善，但由于PIC输出电流的限制，该电阻不宜取太小，否则容易造成显示紊乱和工作异常。如需要驱动大功率LED数码管或显示屏，要考虑增加电流扩充电路。

3.要注意电源部分的处理。实验过程中发现，电源部分必需要有良好的滤波，否则在电路显示和进行时间/闹钟设置时容易出错或无法工作。图2中，采用9V成品电源适配器供电，输出电流为100mA，再通过三端稳压模块78L05降压给电路供电，效果不错。

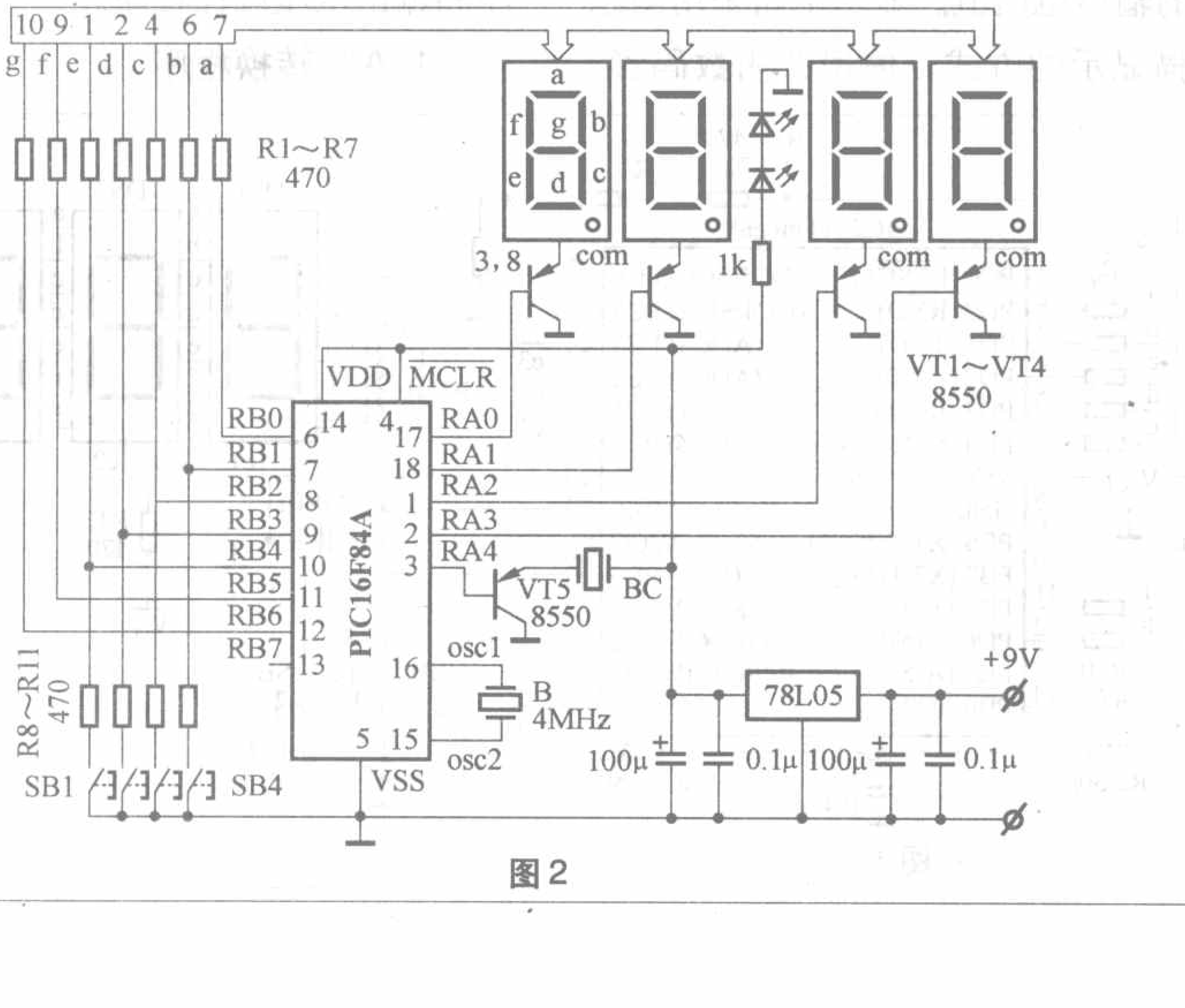


图2

4.闹钟输出部分是低电平有效，通过VT5输出驱动自带振荡电路的BC发声实现闹钟功能。如将BC换成继电器就可以实现对其他家用电器的控制。

5.图2中，SB1、SB2分别为分钟和时钟位调整按钮，SB3为时间调整按钮。调整时间设置时，先按下SB3，再通过SB1、SB2调整分和时。SB4为闹钟调整和闹钟报警消除按钮。设置闹钟时间时，先按下SB4，再通过SB1、SB2来预置闹钟的分位和时位。

用单片机实现传统电路功能

用ATmega8做的可调数显稳压电源

文/吴汉清

在网上看到有人采用80C51作控制芯片，用DAC0832作数模转换，AT24C02作数据存储器，以这三个芯片为主来设计数控稳压电源，电路比较复杂。本文介绍另一种用AVR的Atmega8作控制芯片的数控稳压电源，由于Atmega8单片机内部有ADC功能，利用它的T/C1工作在PWM模式时还能实现DAC功能，同时它内部还有EEPROM存储器，可用来存储设置数据，掉电后不会丢失。因此利用一片Atmega8就能完成三片芯片的功能，用它做的数控稳压电源能够测量并显示输出电压值，并能用按键对输出电压进行调节，还能记忆设置的电压值。稳压电源的输出范围为1.5V~12V，输出电流最大为1A。

一、电路工作原理和硬件实现

稳压电源电路图见图1。由整流电路、稳压电路、单片机控制电路等部分组成。

图1中T1、VD1、VD2、C1等组成整流电路，提供15V直流电源。其中一路由三端稳压集成电路LM7805稳压后输出+5V作为单片机电源；另一路由三端可调稳压集成电路LM317实行调压和稳压输出主电源，改变LM317的3脚的电位即可调整输出电压。

单片机Atmega8、VT1、SB1~SB3、数码管DS1~DS3等部分组成控制电路。Atmega8和LM317有两个连接点，一个是从LM317的输出端进行电压取样，经R11、R12等分压后送到Atmega8的PC3脚进行A/D转换；另一个是从PB1脚输出PWM脉冲信号经R3、C6滤波后得到模拟电压信号由VT1去控制LM317的2脚，从而控制输出电压。SB1、SB2用来调节输出电压，按下SB1输出电压增加，按下SB2输出电压下降，SB3是记忆键，按一下即能记忆设置的电压值，作为初始值，下次重新打开电源时输出电压即为该设置值。

数码管DS1~DS3、R4~R10等组成数码显示电路，用来显示稳压电源的输出电压值。显示电路采用动态扫描显示的方式，使用共阴数码管，PC0~PC2口作三个数码管的动态扫描位驱动码输出。PD0~PD6口作数码显示七段笔划字形码的输出，用以驱动数码管的各字段。

电路的工作原理是这样的：当LM317的输出电压因某种原因发生变化时，比如说升高，则经Atmega8的PC3脚输入进行A/D转换得到的数值大于设置值，这时PWM脉冲信号的占空比增加，使C6上的电压增大，从而VT1的集电极电流增加，使LM317 2脚的电压下降，从而使其输出电压下降到设置值。如果LM317的输出电压因某种原因下降，则控制的过程正好与上述相反。

二、软件设计

程序采用ICC AVR C语言编写，程序主要由主程序、A/D转换程序、输出电压调控程序、键盘处理程序、数码显示程序、EEPROM读写程序等部分组成。各程序的组成及功能见附表。

下面简单介绍一下A/D转换程序和输出电压调控程序。

1. A/D转换程序

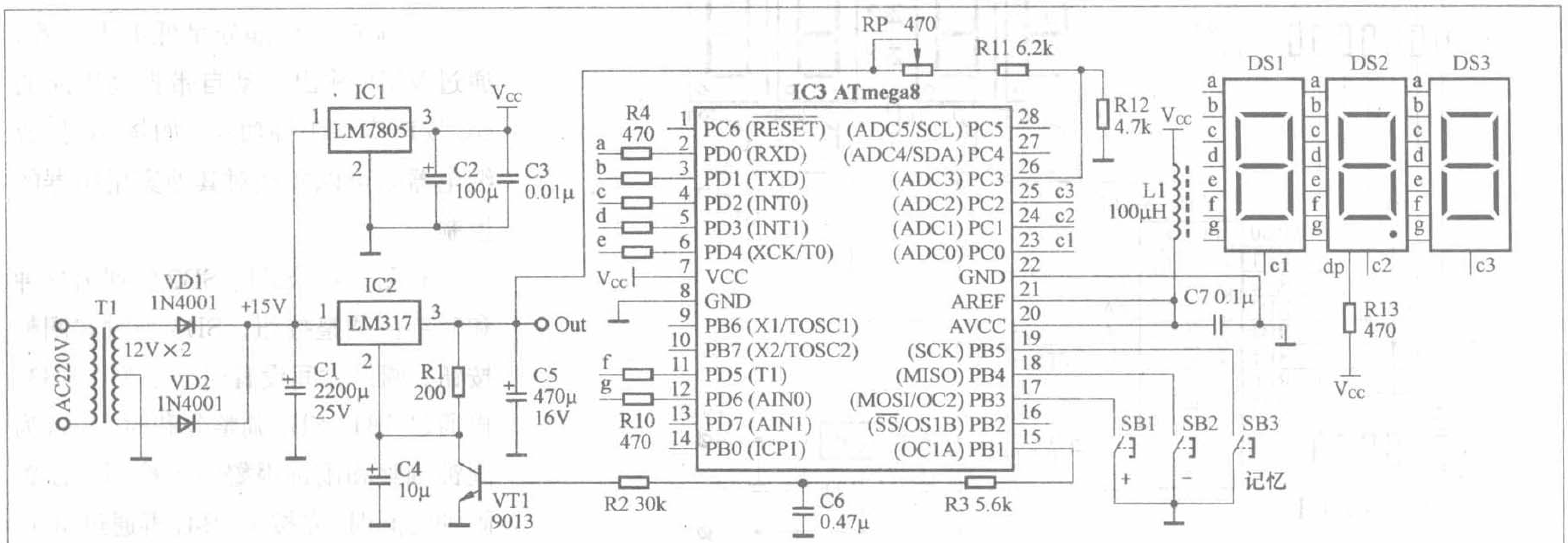


图1

附表

名　称	组　成	功　能
主程序	主函数	初始化，循环调用子函数
	初始化I/O口函数	端口初始化
A/D转换程序	A/D转换函数	对输出电压进行A/D转换
输出电压调控程序	输出电压值比较函数	对输出电压和设置电压进行比较
	脉冲宽度加函数	增加PWM脉冲信号的占空比
	脉冲宽度减函数	减小PWM脉冲信号的占空比
键盘处理程序	键盘处理函数	对SB1、SB2、SB3的状态进行判断处理
	设置电压值加函数	当按SB1时调高输出电压
	设置电压值减函数	当按SB2时调低输出电压
数码显示程序	显示数据预处理函数	将数据拆分为BCD码，用于查表显示
	动态显示函数	显示输出电压值
EEPROM读写程序	EEPROM数据写入函数	将数据写入指定地址的EEPROM
	EEPROM数据读出函数	从指定地址的EEPROM读出数据
	设置电压值写入函数	按S3时把设置电压值写入EEPROM
	设置电压值读出函数	从EEPROM中读出设置电压值

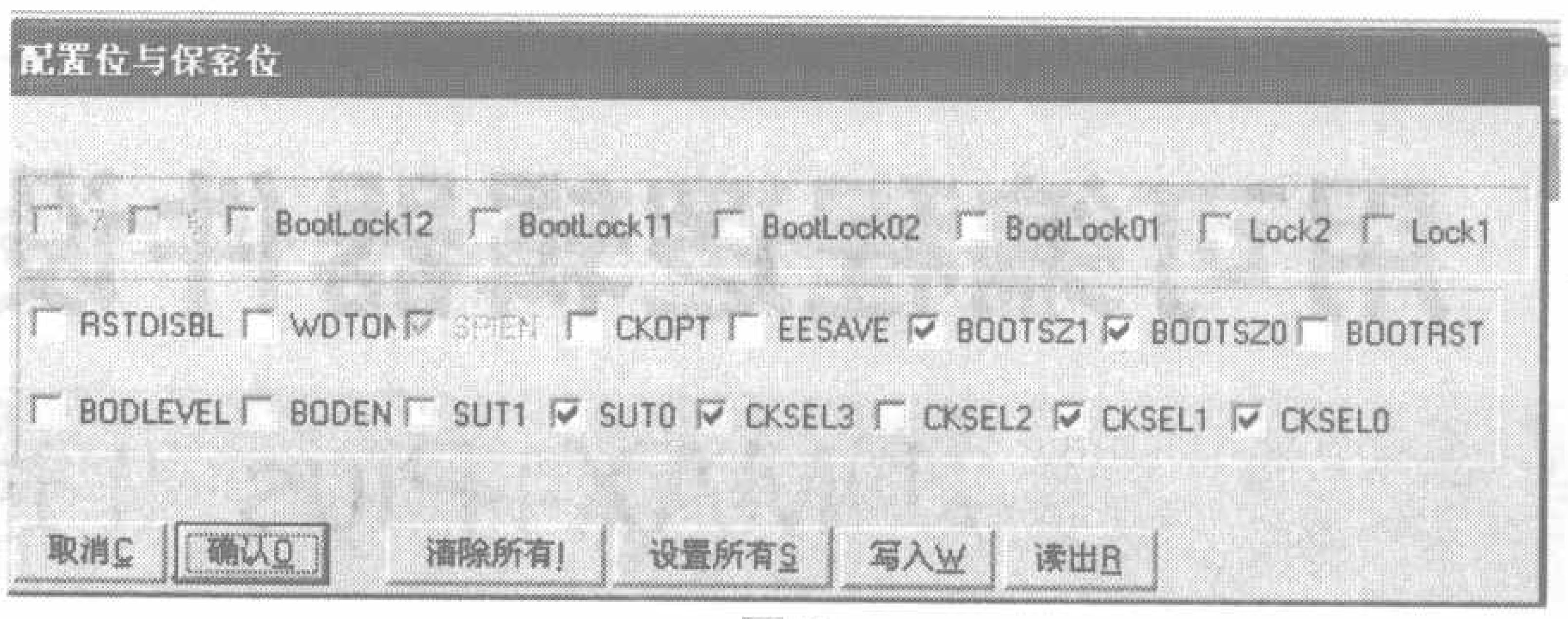


图3

程序使用具有10位精度的ADC3通道来作A/D转换，使用外部5V电源作参考电压源，选择通道ADC3。采用125K转换速率，自由转换模式。

程序清单如下：

```
uint ADC_Convert(void)
{uint temp1,temp2;
  temp1=(uint)ADCL;
//读A/D转换结果低8位
  temp2=(uint)ADCH;
//读A/D转换结果高2位
  temp2=(temp2<<8)+temp1;
//取10位转换结果
  temp2=temp2*1.174;
//满幅显示12V
  return(temp2);
//返回结果
}
```

ADC转换结束后，在ADC数据寄存器中可以取得转换结果，其转换结果可表示为：ADC=(V_{IN}×1024)/V_{REF}，其中V_{IN}表示输入电压，V_{REF}表示选定的参考电源电压。由于参考电压为5V，因此ADC3的最大输入电压为5V，为了能对12V的电压进行转换，图1中用RP1、R11、R12等组成分压电路对电压进行变换，为了将12V转换为5V，取分压比为2.4。当ADC3的输入电压为5V时，如果不对转换结果进行处理，显示结果将为1023。由于使用三位数码管，满幅电压时只要显示120即可，在个位数前加一个小数点。经过计算，只要将A/D转换结果乘以系数1.174即可满足上述要求。

2. 输出电压调控程序

程序利用T/C1工作在相位可调的PWM模式对输出电压进行调控，这时T/C1的计数寄存器TCNT1和输出比较寄存器OCR1A组成一个10位的PWM，在此模式下TCNT1为双程计数器：从0x0000一直加到0x03FF，在下一个计数脉冲到达时，改变计数方向，从0x03FF开始减1计数到0x0000。当TCNT1中的数值和OCR1A中的数值一致时，OC1A引脚按照程序设定的比较输出模式发生电平跳变。这里设置为正向比较输出模式，正向加1过程中，TCNT1的计数值与OCR1A的值相同时清零OC1A，即OC1A输出0；反向减一过程中，TCNT1的计数值与OCR1A的值相同时置位OC1A，即OC1A输出1。相位可调PWM的工作时序图见图2。

从图2可以看出：我们只要改变OCR1A的值就能够改变从OC1A输出的PWM脉冲信号的占空比，而OCR1A的值是增加还是减少是由稳压电源的输出电压和设置电压比较后确定的。程序中是这样处理的：如果输出电压大于设置电压值，则程序自动增加OCR1A的值，使PWM脉冲信号的占空比增大，输出电压下降；如果输出电压小于设置电压值，则程序自动减少OCR1A的值，使PWM脉冲信号的占空比减小，输出电压上升。如此反复调控，就能将输出电压控制在设置电压值上。

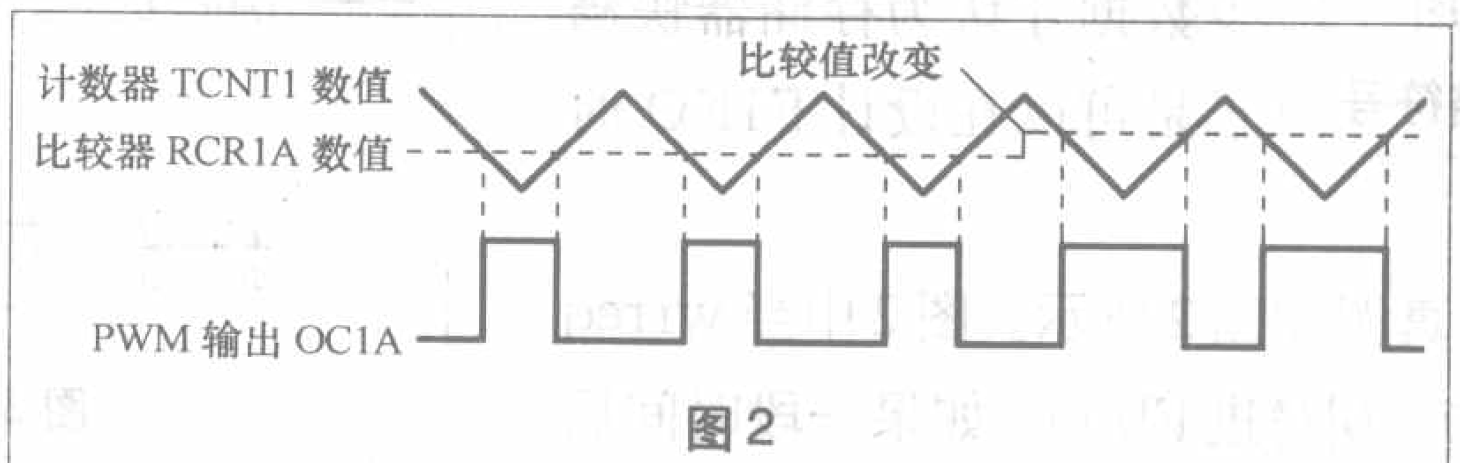


图2

详细的程序请读者参考本期配套光盘。

三、安装调试

T1用15VA、输出电压为AC12~13V×2的电源变压器。DS1~DS3用共阴的LED数码管。VT1使用9013，要求放大倍数最好在60~80之间。其他元器件的型号和参数见图1。

首先用PonyProg2000对Atmega8的熔丝位进行配置，有关配置见图3。此配置将时钟源定为内部RC振荡器，工作频率8M。接下来用PonyProg2000分别将目标文件power.hex和power.eep写入程序存储器Flash和数据存储器EEPROM。

可使用万用电路板进行装配，LM317安装时要加散热片。

稳压电源的调试主要是对输出电压显示精度的调整，方法是打开电源，用精度较高的数字电压表接在稳压电源输出端，按动SB1、SB2使输出电压为10V，然后调节RP1使数码管显示的电压值也为10V。在调试过程中如果发现按动SB2不能将电压调低到1.5V，说明VT1的放大倍数偏小，可换一个放大倍数大一点的或适当减小R2的阻值。调试结束后按一下SB3，重新打开电源，这时的输出电压即为关闭电源前的设置电压。

用可编程逻辑器件设计数字语音电路(5)

从 MAX+Plus Ⅱ过渡到 Quartus Ⅱ

文/陈演平

在上期中，提到过许多FPGA芯片内具有一定容量的存储器资源，本期将先介绍利用这些存储器资源来存储和延迟语音数据的方法，进而实现语音混响的功能。然后介绍Quartus Ⅱ软件，说明选用Quartus Ⅱ软件的理由、Quartus Ⅱ软件的一些特点、以及把设计项目从MAX+plus Ⅱ过渡到Quartus Ⅱ的方法，并以语音混响电路为例来详细讲解这个移植过程。

一、语音的存储和延时

利用FPGA片内RAM的存储功能，能够把语音数据暂存起来，并在一段时间后再取出存储的语音数据。这样，就可做到语音的存储和延时。

MAX+plus Ⅱ软件的功能插件管理器里提供了好几种存储器的参数化功能模块，除了普通的RAM、ROM以外，还有FIFO（先进先出存储器）、Dual-port RAM（双端口RAM）等。这里以FIFO为例做一介绍。

FIFO的特点是数据被写进存储器后，在读数据时总是自动地把先写进去的数据先读出来，图1就是一种FIFO电路的符号。当写请求信号wrreq为高时，数据data[7..0]在时钟clock上升沿的作用下写入存储器；而当读请求信号rdreq为高时，数据在clock上升沿的作用下从存储器的q[7..0]端输出。如果已存入的数据没被读出，存储器满后就存不进新数据了。如图1所示的存储器最多可存2048个8bit的数据，并设计成当存储器里的数据量达到2046个时，存储器发出快要存满的信号almost_full，通过这个信号可使外部电路来读出数据。究竟存了多少数据才认为存储器快满了是可以在设计FIFO时选定的。

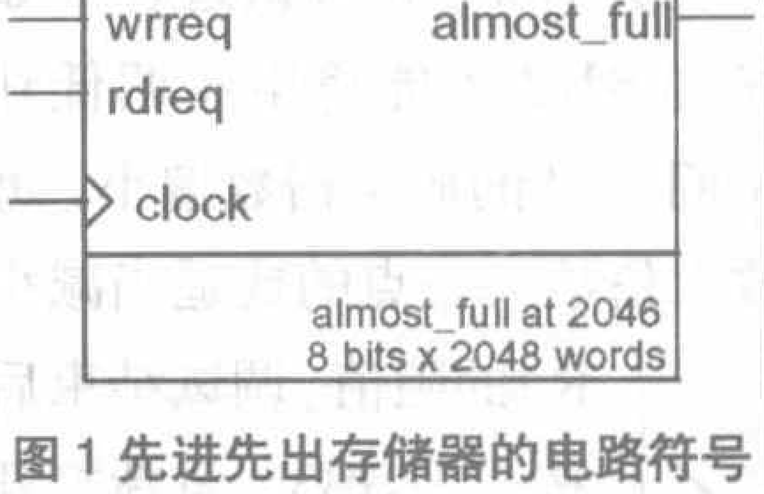


图1 先进先出存储器的电路符号

FIFO电路的波形仿真图如图2所示。图2中当wrreq为高电平时，数据data[7..0]写进FIFO，如果一段时间后rdreq也变成高电平，那么就一边写进新数据一边读出老数据。这一来，数据就被延迟了。如果这是语音数据，就意味着语音被延迟了。

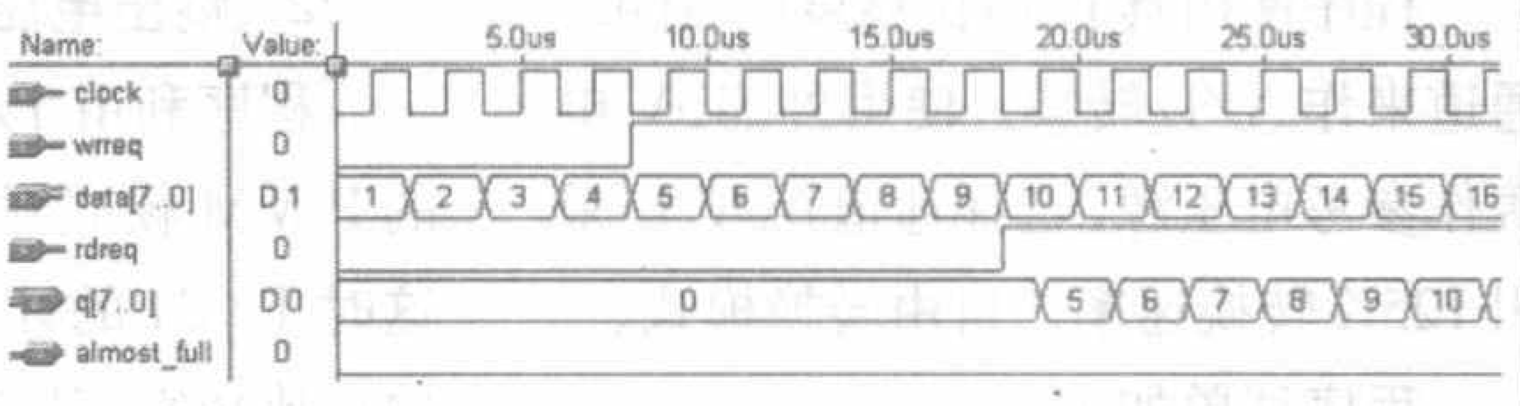


图2 先进先出存储器的波形仿真图

二、语音混响电路

语音混响电路是把语音延迟和衰减后再和来自同一声源的当前语音叠加输出，能够在收听时产生一种空谷回声的效果。

我们在以前语音广播电路的基础上来设计语音混响电路，如图3所示。图3中0号发送的广播语音经s2p模块转换为并行的A律码语音数据a[7..0]，经过一个混响功能模块hx实现语音数据的存储、延时、衰减和叠加，再把混响处理后的A律码数据经p2s模块转换回串行数据输出，使其他用户听到具有混响效果的语音广播信号。

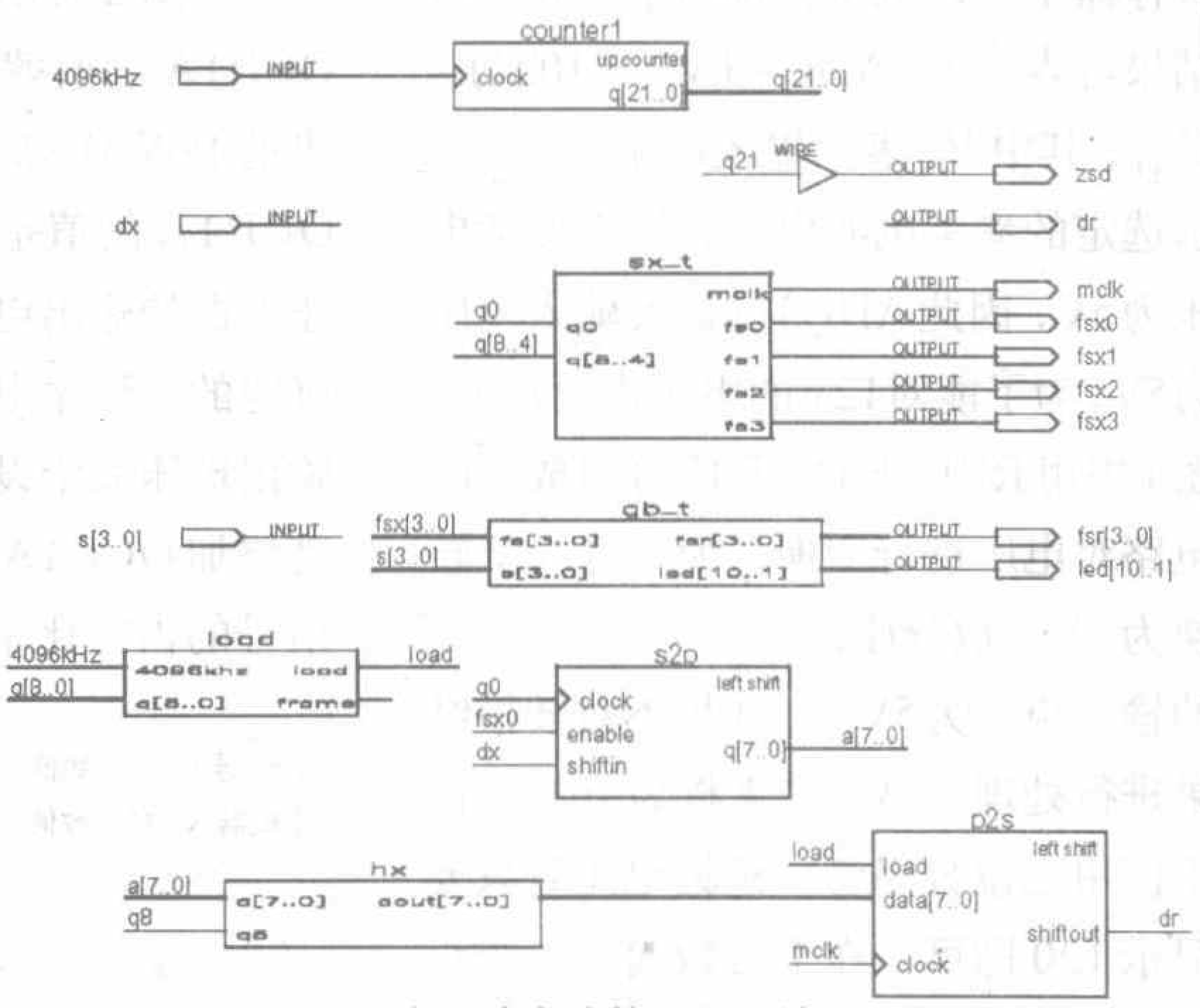


图3 语音混响电路的顶层设计图

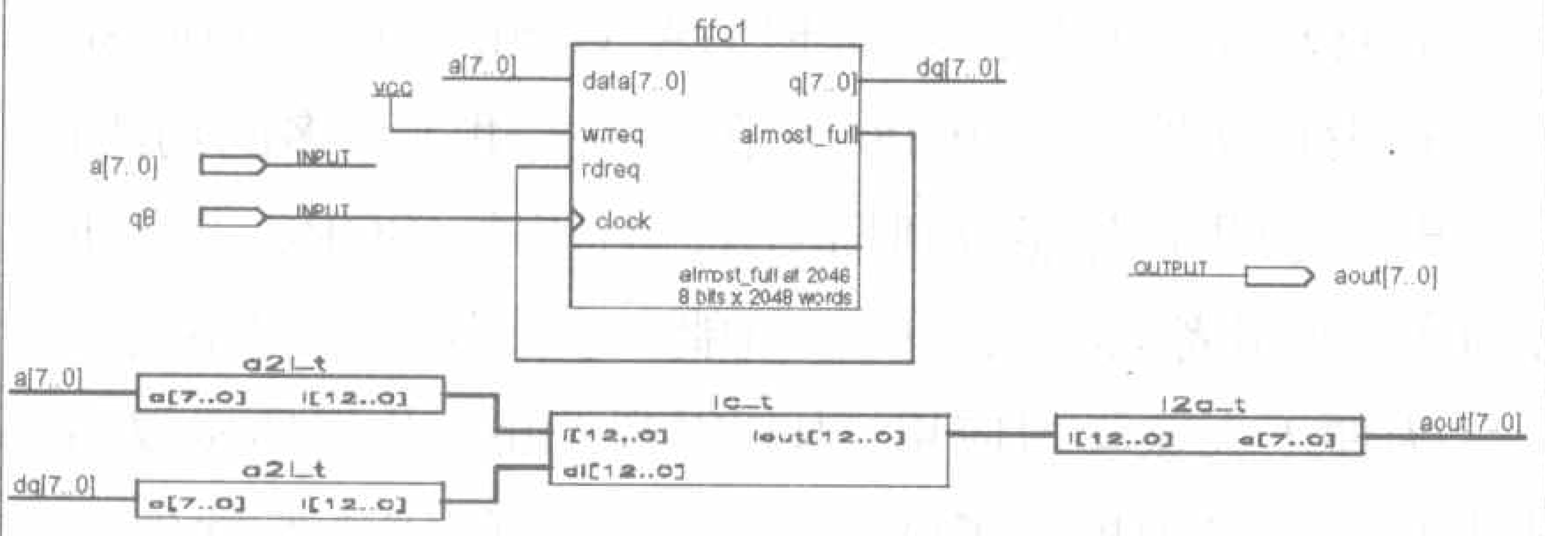


图4 混响模块的电路图

为进一步了解混响功能模块hx的原理，在MAX+plus Ⅱ中双击打开hx，它的内部电路如图4所示。

图4中，输入的语音数据a[7..0]分为两路，一路直接送到A律码/线性码转换模块a2l_t，另一路经fifo1存储、延时后输出dq[7..0]到第2个A律码/线性码转换模块。经转换后得到的两路线性码信号都送入线性码控制模块lc_t，做衰减和叠加运算，运算结果再经l2a_t转换为A律码输出。

fifo1的时钟由q8担任，使时钟周期和语音取样周期一致。fifo1的写请求信号始终为高电平，而读请求信号只有当fifo1快要存满的信号almost_full出现时才为高电平，这样就延时读出了语音数据。因为语音数据是每125μs取样一次，如选定存到2046个数据时输出almost_full信号，那么就可延时约256ms。

线性码控制模块lc_t的作用是把延时后的语音先作衰减，再与不经延时和衰减的语音相加或相减（取决于两路语音的符号关系）。用AHDL语言编写的程序如下：

```
SUBDESIGN lc_t
(l[12..0],dl[12..0]:INPUT;
lout[12..0]:OUTPUT;)
VARIABLE n[11..0]:NODE;
BEGIN
n[8..0]=dl[11..3];
n[11..9]=0;
IF l12= =dl12 THEN
lout12=l12;
lout[11..0]=l[11..0]+n[11..0];
ELSIF
l[11..0]>=n[11..0] THEN
lout12=l12;
lout[11..0]=l[11..0]-n[11..0];
ELSE
lout12=dl12;
lout[11..0]=n[11..0]-l[11..0];
END IF;
END;
```

程序中l[12..0]和dl[12..0]分别是不延时和延时的两路语音线性码，lout[12..0]是经运算后输出的线性码。n[8..0]=dl[11..3]的含义是把延迟后的语音数据向右移3位，n[11..9]=0的含义是用0填充高3位。二进制数右移1位相当于除以2，右移3位就把信号幅度衰减到只有原来的1/8了。因混响电路对衰减并无精确的要求，采用向右移位法可简化设计。IF语句判别两路输入信号的符号位是否相同以便做对应的运算：同号时输出符号也相同，两路语音相加输出（假定信号幅度适中，相加后没有溢出）；异号时则以绝对值大的那路信号的符号作为输出信号的符号，两路语音相减输出。这样，就实现了语音混响的功能。改变fifo1的设置和这段程序里的参数可以调整延时时间和衰减系数。

三、学习使用Quartus Ⅱ设计软件

到现在为止，我们一直使用着Altera公司的MAX+Plus Ⅱ软件来设计可编程逻辑器件。

MAX+Plus Ⅱ确实是初学者很好的入门设计软件，有了这个基础，就能够相对容易地过渡到Altera公司当前的可编程逻辑器件主流设计软件——Quartus Ⅱ。

作为Altera公司在MAX+plus Ⅱ之后推出的新设计软件，Quartus Ⅱ无疑比MAX+Plus Ⅱ具有更强大和完善的设计功能，这是使用Quartus Ⅱ的明显理由。不过对于初学者和可编程逻辑器件的一般使用者来说，使用Quartus Ⅱ最重要的理由是：Quartus Ⅱ具有支持各种新型可编程逻辑器件设计应用的能力。众所周知，半导体器件每隔几年在集成度和工作速度上都会有成倍的提高，而在功耗和价格方面则有成倍的降低，可编程逻辑器件也不例外。Altera公司在2002年后，就不再推出MAX+Plus Ⅱ的新版本，因此即使是现有的最新版MAX+Plus Ⅱ，也不能用来设计2002年后推出的新器件。而这几年却正是CPLD（复杂可编程逻辑器件）和FPGA器件大发展的年代。以Altera公司面向普及型应用的可编程逻辑器件为例，在CPLD芯片方面，推出了新一代的MAX Ⅱ器件，可取代原MAX系列产品；在FPGA方面，则相继推出了高性价比的Cyclone、Cyclone Ⅱ和Cyclone Ⅲ器件，可取代原FLEX和ACEX系列的产品。如果大家在新产品的设计中要用到可编程逻辑器件，必然希望选用更先进廉价和省电的CPLD或FPGA，这时就需要用Quartus Ⅱ软件来做设计。这是我们要进一步来学习Quartus Ⅱ软件的重要原因。

四、Quartus Ⅱ的一些特点

那么，Quartus Ⅱ是否难学呢？Quartus Ⅱ的界面稍显复杂，但因为我们已经有了使用MAX+Plus Ⅱ的经验，知道了可编程逻辑器件的设计无非就是根据应用要求输入图形或文本文件、选用和设置库中的一些模块、命名各连

线节点和输出入端口、分配器件和引脚、编译、波形仿真、下载设计结果到芯片等等，Quartus Ⅱ也就是这么一个相仿的设计流程。所以在已经掌握MAX+Plus Ⅱ用法的基础上再来学习Quartus Ⅱ并不困难。而且，Altera公司为了帮助原来的MAX+Plus Ⅱ用户加快熟悉Quartus Ⅱ，在Quartus Ⅱ中还备有一个选项：把图形用户界面设置成类似MAX+Plus Ⅱ的风格。所以，学习了MAX+Plus Ⅱ后接着学Quartus Ⅱ不会困难。

和MAX+Plus Ⅱ不同的是，用Quartus Ⅱ来进行设计，先要建立一个“Project（项目，或称工程）”，Quartus Ⅱ自动在项目中建立数据库，围绕项目来组织所有的设计文件，这有点类似于大家比较熟悉的Protel软件。

相比MAX+Plus Ⅱ来说，Quartus Ⅱ对中文有较好的支持，项目名、用户库名都可以用中文命名，输入图形和文本时也可用中文来做注释，但输出入引脚、节点、图形符号和文本输入文件不能用中文命名。

在对硬件的支持上，除了个别早期的器件外，在MAX+plus Ⅱ里能用的器件基本上都能在Quartus Ⅱ里用。此外，Quartus Ⅱ还支持MAX Ⅱ、Cyclone、APEX、Stratix等系列的新型可编程逻辑器件，支持EPCS系列配置器件，支持ByteBlaster Ⅱ和USB下载电缆。

Quartus Ⅱ软件对设计项目作编译时，在逻辑分析和综合、芯片布局布线、时间分析等方面都要进行更多的运算，因此编译时间会长一些，编译过程中产生并实时显示出来的信息也更多。这些信息通常可分成三类：Info（信息）、Warning（警告）、Error（错误）。对初学者来说，前两类信息可以暂不理会，只要不出现Error就表示编译通过了。如果出现Error，双击Error的具体条目可定位到出错处，按F1键可得到帮助信息。

在其他功能方面，Quartus Ⅱ还能够用电源分析工具估算所用芯片的电源功耗（PowerPlay功能），用逻辑分析工具对芯片做逻辑分析（SignalTap Ⅱ功能），还能和其他的一些EDA（电子设计自动化）软件工具如FPGA Compiler、ModelSim等交换设计文件。Quartus Ⅱ在库中提供了更多的功能插件，甚至连CPU都能做到FPGA芯片里去（SOPC Builder功能）。使用者只要入了门，就能一步步深入学习下去。

为便于大家学习应用，本刊得到Altera公司的授权，在本期配刊光盘中提供了Quartus Ⅱ 6.1的Web版软件。把它安装好，再到Altera公司的网站www.altera.com做个登记，申请许可（License）后就能使用。许可是有时间限制的，但可以通过“Update（更新）”继续得到许可。光盘中还提供了中文版的“Quartus Ⅱ简介”，读者可结合自己的实际需要选择其中的部分内容参考学习，逐步从入门走向熟练。在本文即将付印时，Altera公司又发布了Quartus Ⅱ 7.0版，能够支持Cyclone Ⅲ等最新的可编程逻辑器件。

五、把MAX+Plus Ⅱ中的设计移植到Quartus Ⅱ

为了保持设计工作的连续性，尽量利用以前的设计成果，可以用两种方法把原来在MAX+plus Ⅱ里的设计移植到Quartus Ⅱ中来。如果立足于原设计，只是利用Quartus Ⅱ更完善的算法对原设计重新编译和下载编程，那么只要简单地用Quartus Ⅱ的“Convert MAX+Plus Ⅱ Project（转换MAX+Plus Ⅱ项目）”功能把原设计中的.acf（分配和配置）文件转换为Quartus Ⅱ中的相应文件就行了。如果要对原设计作修改，或者要在新设计里引用原来的设计

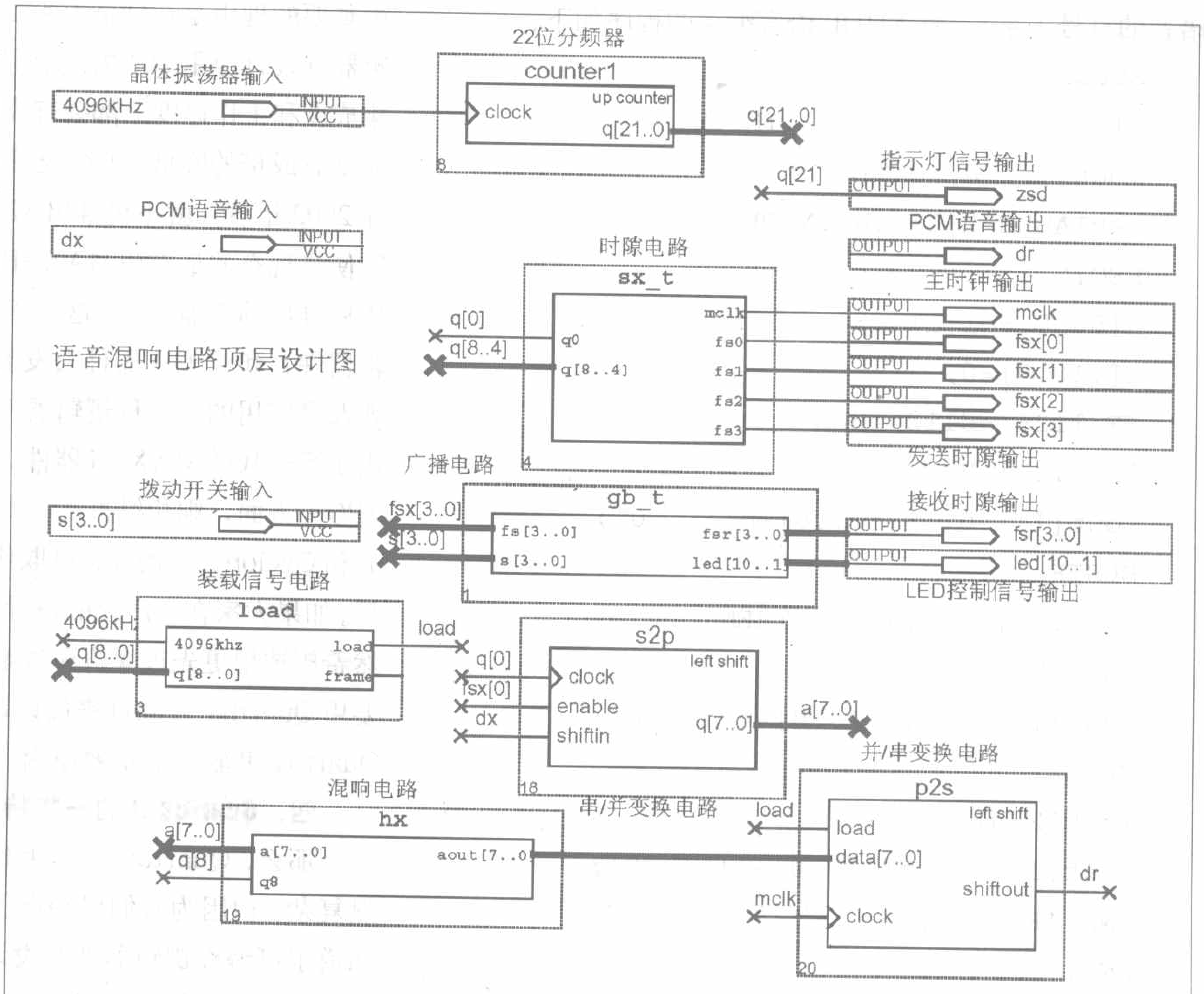


图5 Quartus Ⅱ里的语音混响电路图

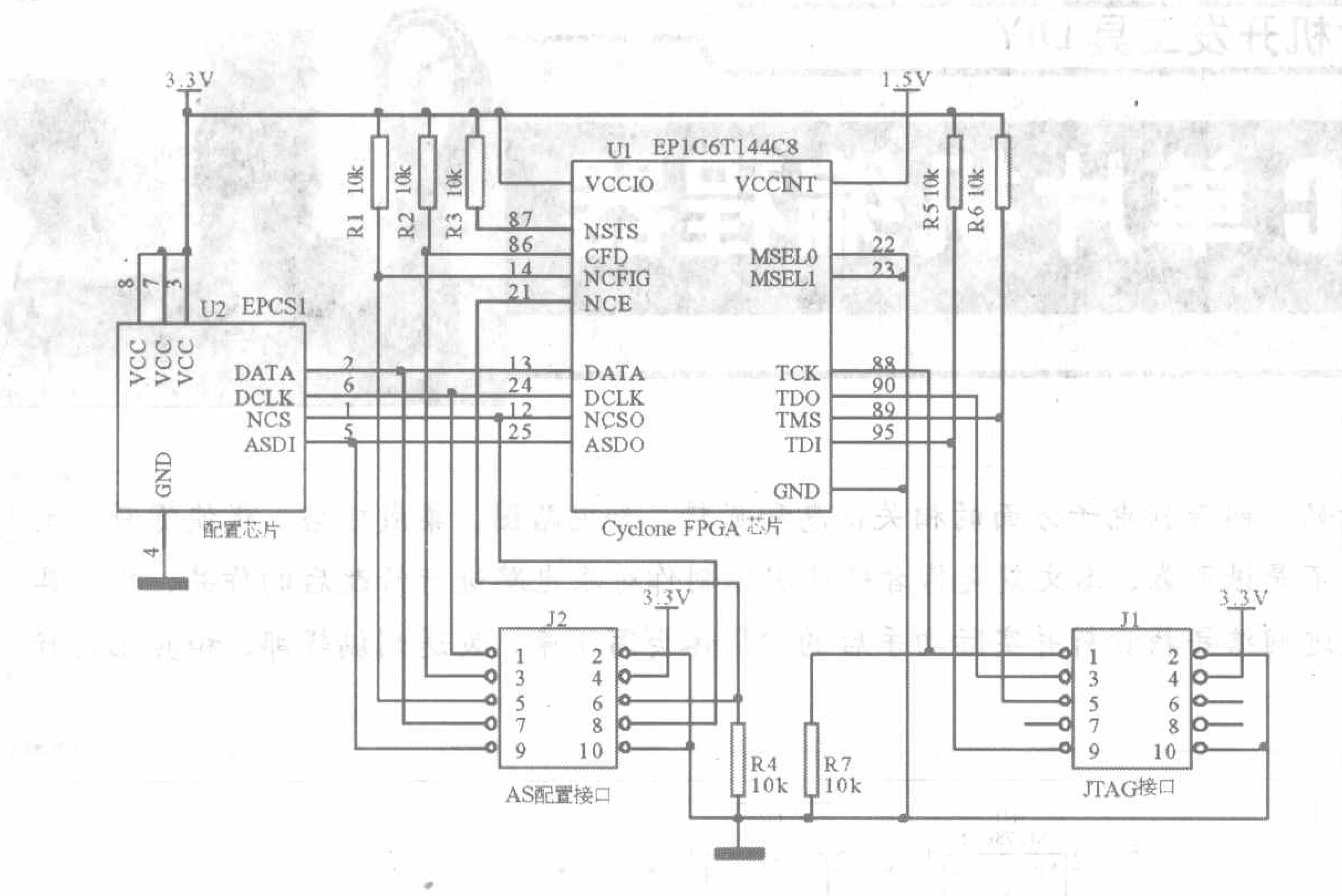


图6 Cyclone 芯片的 JTAG 接口和 AS 接口电路

成果，那最好是新建一个项目目录来开展工作。这时，只要把原来的顶层设计文件复制到新目录下，将原设计文件所在的目录设为用户库来引用即可。这样既能继续利用原来设计出的电路符号和程序，又可避免把Quartus Ⅱ用不着的文件复制过来。

Quartus Ⅱ能够打开在MAX+plus Ⅱ里画的电路图并对它作修改，但需要按Quartus Ⅱ的格式（.bdf）来重新保存这些文件。在电路图和图形符号的个别细节上，Quartus Ⅱ和MAX+Plus Ⅱ略有差异。如总线中所含某条线的序号，Quartus Ⅱ要求序号应加方括号，即总线q[7..0]的第7条线要写为q[7]而非q7，否则可能在编译时出问题。还有MAX+Plus Ⅱ功能插件管理器里的个别符号与Quartus Ⅱ库里的符号有些差异。为了保留原设计中对芯片引脚的分配，使用Quartus Ⅱ的“Assignments（分配）—Import Assignments（引入分配）”功能，可避免重复分配引脚。Quartus Ⅱ里有许多设计选项，在入门阶段一般采用默认值即可。

经过上述过程，把语音混响电路的设计移植到Quartus Ⅱ里，再加上中文注释后，顶层的模块设计图（相当于MAX+Plus Ⅱ里的图形设计图）如图5所示。

比较图5和图3，除了总线所含线的序号命名有所不同外，图5里引线的端点有个“×”标志，还有图5里取消了wire符号，因为Quartus Ⅱ里允许输出入引脚和不同名的节点直接相连。在其他方面，两图的差异很小。对图5设计项目作编译、下载后，实验效果完全相同。具体的方法和步骤见本期配刊光盘中的相关内容。

表1 Cyclone 系列器件主要技术数据

	EP1C3	EP1C4	EP1C6	EP1C12	EP1C20
逻辑单元（LEs）	2910	4000	5980	12060	20060
片内RAM（bits）	59904	78336	92160	239616	294912
数字锁相环（PLLs）	1	2	2	2	2
内核电压(V_{CCINT})	1.5V				
I/O接口电压（V_{CCIO}）	可选1.5V，1.8V，2.5V，3.3V（3.3V能与TTL电平匹配）				

六、Cyclone 芯片及其配置电路

使用Quartus Ⅱ软件就能够设计MAX Ⅱ和Cyclone等各种新型的可编程逻辑器件了。在数字语音电路里经常要用到片内RAM，所以这里着重介绍一下片内RAM资源丰富的Cyclone系列芯片。Cyclone是Altera公司近年来力推的FPGA器件，其最大的特点是在保持高性能、低功耗优势的同时，按逻辑单元计算的价格非常低，十分适合普及型应用。表1给出了Cyclone系列EP1C3到EP1C20各器件的主要技术数据。目前该系列的第二代和第三代器件Cyclone Ⅱ、Cyclone Ⅲ也已面世，具有更高的性价比。

以前我们在配置FPGA时，需要把配置芯片如EPC1等通过编程器写入配置数据后再插到电路板里使用。而Quartus Ⅱ软件支持对Cyclone器件的在系统编程，不用外部编程器就可以通过名为“ByteBlaster Ⅱ”的下载电缆直接在电路板上烧写配置芯片。图6就是一种Cyclone芯片的JTAG接口和在线编程的AS（Active Serial，主动串行）配置接口电路图。

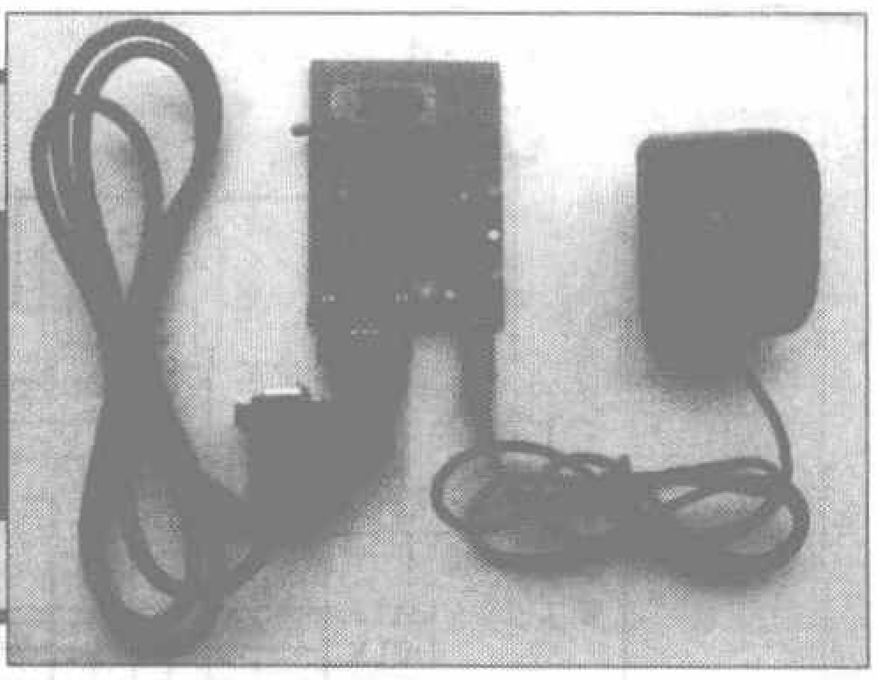
图6右边的10芯插座是JTAG接口，左边的是AS配置接口。配置芯片采用Altera公司的EPCS1型，数据容量约为1Mbit，能重复使用。FPGA芯片采用EP1C6T144C8型，也可用其他型号，但这时图中芯片引脚的编号要相应改变。为简明起见，图中没有画出FPGA的I/O引脚。

ByteBlaster Ⅱ下载电缆的外观类似于ByteBlaster MV电缆，能兼容ByteBlaster MV电缆的功能。它除了能够通过JTAG接口调试PLD或FPGA并下载数据外，把它插入图6的AS接口，可在Quartus Ⅱ编程器软件的支持下直接向EPCS1写入编程数据。这些数据在断电后不会消失，FPGA再次上电时会自动取得这些数据完成配置。但ByteBlaster Ⅱ无法在MAX+plus Ⅱ里使用，所以ByteBlaster MV下载电缆仍有存在价值。

至此，我们已初步建立起了由“Quartus Ⅱ软件+Cyclone芯片”构成的可编程逻辑器件设计平台。在以后的杂志中，将在这一平台上设计32方的语音会议电路。

单片机开发工具DIY

自制简易PIC单片机编程器



文/胡汉平

编者按： 现在越来越多的读者开始上网查找电子方面的相关信息和资料，如电路图、集成电路、代换资料、元器件购买等，但是有时网上的电路图不是很可靠，本文就是作者经过实际制作对原电路进行修改后的作品，非常具有参考价值。欢迎更多的读者把你通过网络寻找资料并实际动手后的心得体会写下来，发送到编辑部，和其他爱好者分享你的网络电子之旅。

Microchip公司生产的PIC系列单片机具有品种多、指令少、运行快、支持在线编程等优点，是较容易入门的单片机芯片之一。其中采用FLASH闪存做程序存储器的PIC16F84/A芯片更是反复做程序实验的首选芯片。要做单片机实验少不了编程器，市售的编程器少则数百元多则上千元，是笔不小的开支，很多单片机初学者都自制编程器。为此笔者在www.pic16.com网站上找到了一张单片机编程器电路图，如图1所示。经过实际制作使用后发现这个电路最大的缺点是烧写不稳定，容易烧坏芯片，因为它直接用电脑的COM口提供电能给芯片，会造成供电不足从而引起烧写失败，特别是烧写OTP（一次性编程）芯片更是如此。现将经过笔者修改并实验成功的电路介绍给大家。

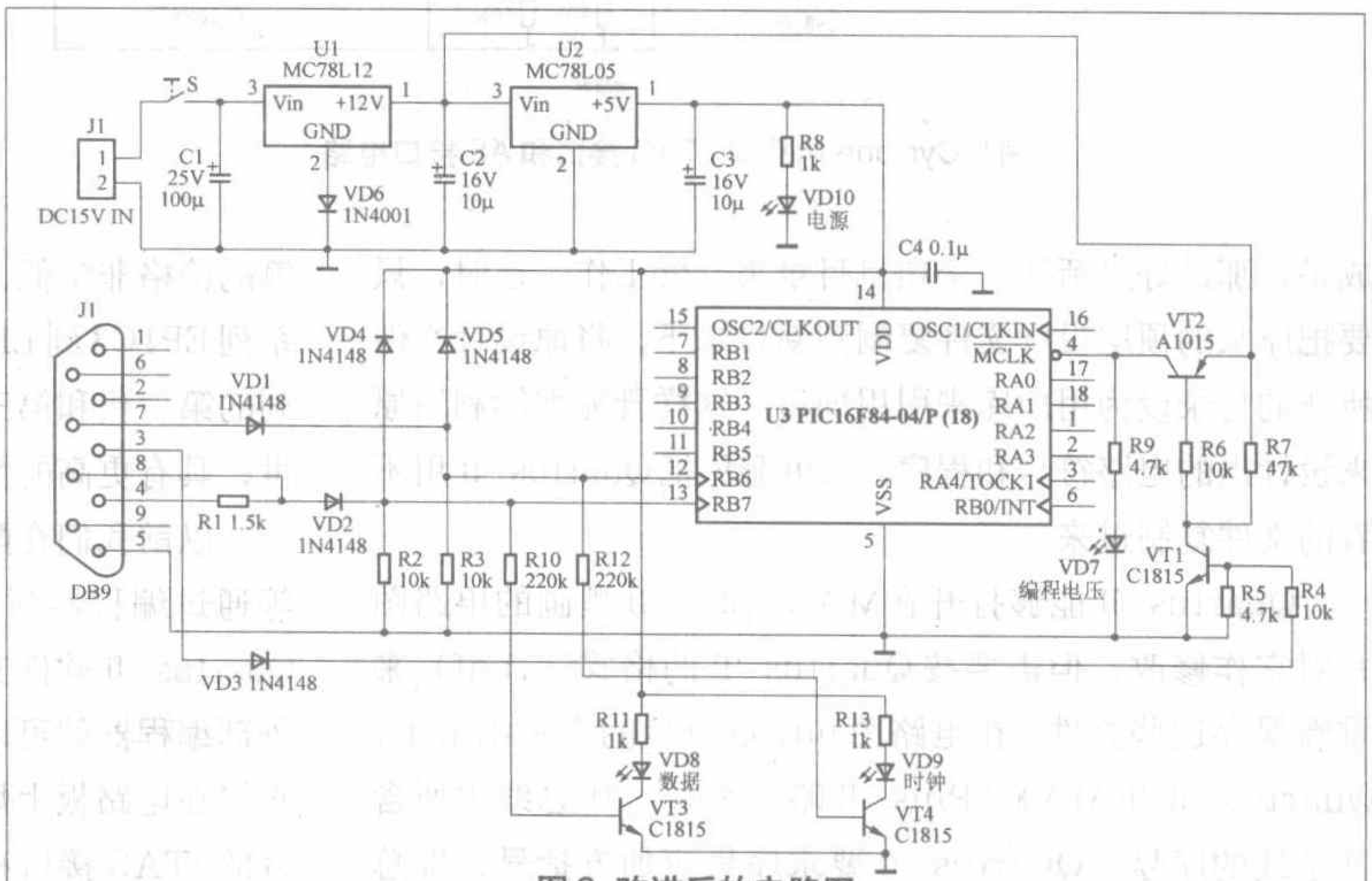


图2 改进后的电路图

电路原理图见图2，修改的最主要的部分是采用外部电源来给待编芯片提供稳定的电压。外接15V直流电压经过78L12和1N4001稳压输出约+12.7V电压，作为芯片的VPP编程电压使用。78L05输出+5V电压，作为待编程芯片工作电压，C1、C2、C3为电源滤波电容，上电后+5V电压经R8限流点亮VD10作为电源指示用。C4为待编程芯片电源高频滤波电容，焊接时应尽量靠近芯片的VDD引脚安装，以增加编程可靠性。电路中VD1、VD2、VD3为输入隔离二极管，在实际制作中不可以省去，否则会损坏待编程芯片。因电脑串口采用的是RS232传输协议，它的高低电平分别是−12V及+12V，过高或过低的电平对PIC单片机来说都是致命的。选型上应采用开关型二极管，起隔离和限幅的作用，保证烧写芯片的安全。不要用普通二极管代替，普通管因结电容较大会使输入或输出波形改变，影响编程可靠性。VD4、VD5为输入信号限幅用二极管，以防止输入信号电压过高损坏芯片，选型上与VD1、VD2、VD3类似。电阻R10、R11、VT3、VD8组成DATA编程数据指示电路，R12、R13、VT4、VD9为CLOCK编程时钟指示电路。电阻R4、R5、R6、R7、VT1、VT2组成VPP编程电压控制电路，用于编程时控制+12.7V的通断与时序。

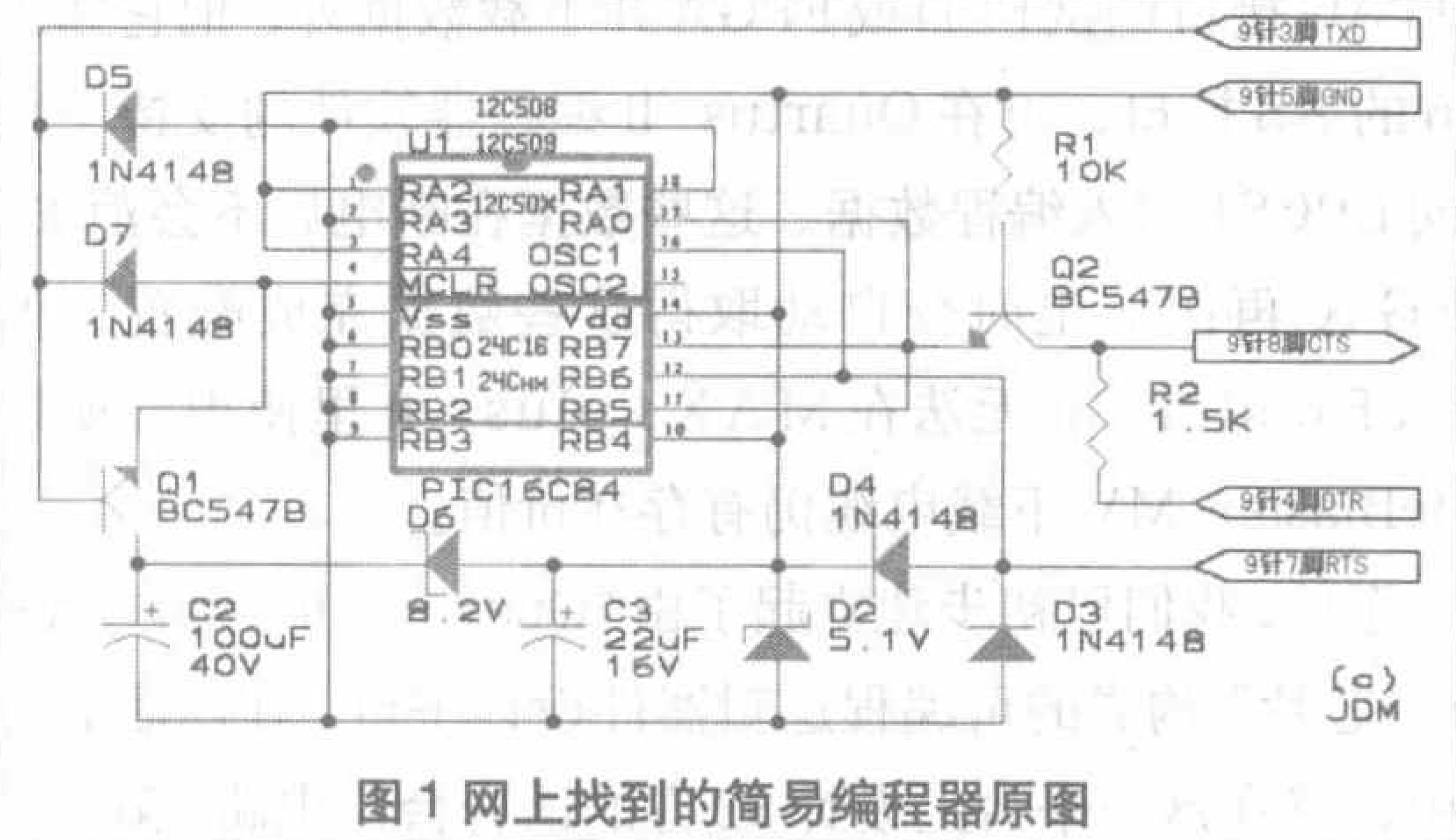


图1 网上找到的简易编程器原图

用单片机做智能定时器

文 / 杨德富

一、发现问题

寒冷的冬天刚刚过去不久，转眼间酷热的夏季即将来临。冬天的电热毯，夏天的电风扇，都是让人欢喜又让人忧的东西。比如电热毯在使用时如果忘记关，可能造成火灾，严重时会威胁到人身安全，对于老年人如果关了睡可能等不了多久觉得冷又要开，这真是折腾他们啊！夏天使用电风扇也是这样，不开电风扇无法入睡，开着睡，睡着了长时间不关人会受不了，如果关了，过会儿又会被热醒来，逼得你起来开风扇，真是不方便。好在现在的电风扇多带有定时器，但一般的定时器是单向的，只能实现定时开和定时关，开了后就不关或者关了以后就不开，且定时长短不能保存，每次用户在使用前都要重新设定。为解决上述的问题，笔者设计了本智能定时器（见图1）。

二、解决问题方案

图1是笔者用万用板做的实物，其电源电路如图2所示，定时器电路如图3所示。本设计具有以下特点：

R9及VD7为VPP编程电压指示电路。

整个电路比较简单，采用的都是常用的器件，比较容易选购，IC插座最好选用可锁紧式插座，这样使用起来会比较方便。DB9插座与PC连接的COM口电缆在一般电脑商场或电子城均有销售。按图纸焊接好检查无误后，应先不连接电脑，单独给本电路加+15V直流工作电压，用万用表检查+12.7V及+5V输出电压是否符合标准，这时电源指示灯VD10应该点亮。检测无误后关闭电源，同电脑连接好，启动电脑运行编程软件icprog，同时将编程器电源也打开。

点击编程软件上的settings菜单选择hardware check，见图3。打开后出

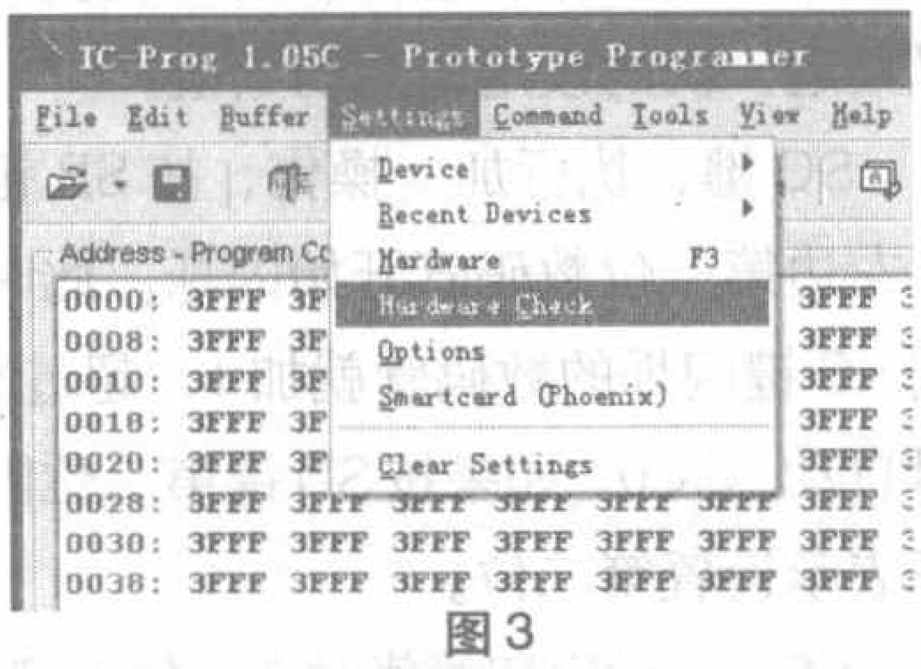


图3

现图4所示窗口，点击选择Enable Data Out选项，观察编程器上的DATA灯VD8这时应该点亮，依次点选Enable

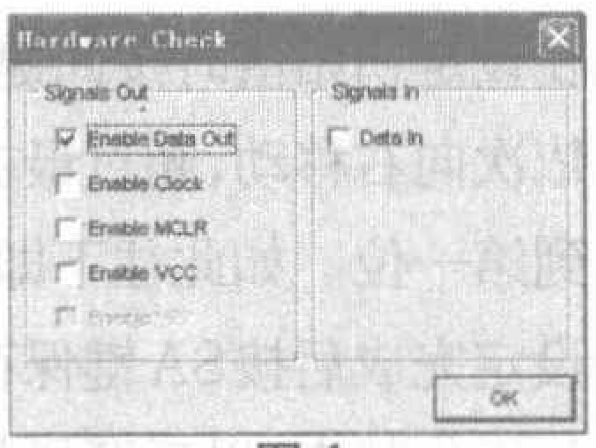


图4

Clock、Enable MCLR选项，对应的Clock（VD9）、VPP（VD7）灯均应点亮，这说明电路是正常的，否则要排除电路故障后才可以进行下一步。

以上检测均正常就可以试着烧写芯片了。关闭编程器电源，插入芯片锁紧后打开编程器电源。在编程软件器件列表里先找到对应的芯片型号，点击File菜单将原程序调入缓冲区后点击Progrom All按钮即可以进行烧写实验了。烧写完毕后，应先切断编程器电源，然后再取下芯片，如果热插拔容易烧坏芯片。

相应的编程软件器件列表里还支持其他型号的PIC芯片，只要将芯片相对应的引脚与本编程器相连就可以实现编程。

下面简介一下编程软件icprog的安装与设置。此编程软件为绿色免安装软件，读者可到网上下载，网址为：www.ic-prog.com/icprog105E.zip。双击打开后就可以直接运行，程序会弹出如图5所示的硬件设置窗口。选择你所使用的串口——COM1或COM2口，另外你如果使用的是Windows XP系统请点选Windows API，其他的选项使用软件默认的就可以了，点击OK即可进入程序主界面，如图6所示。

此软件与其他编程软件功能类似，

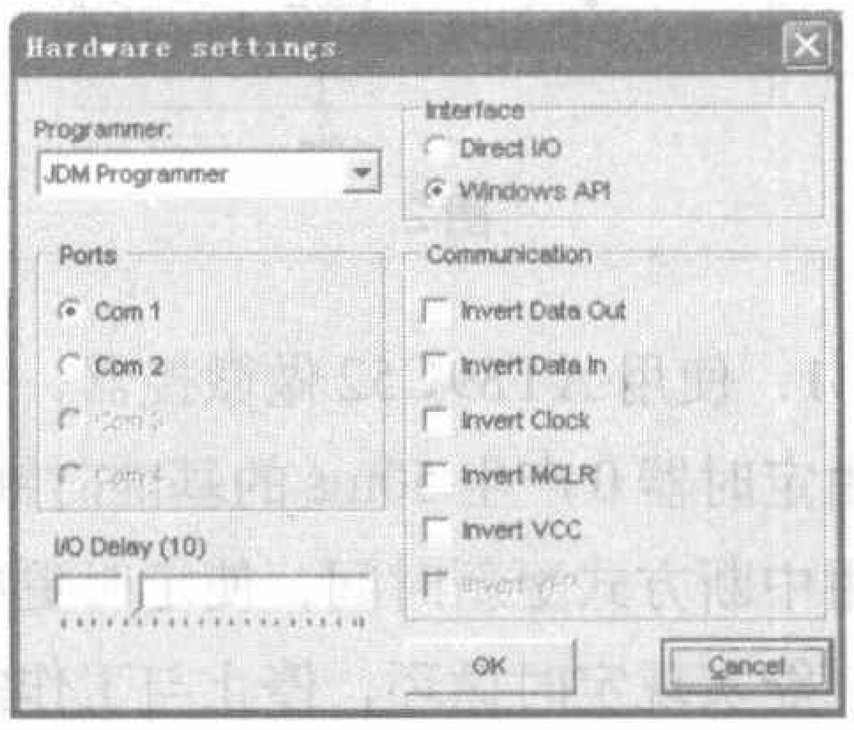


图5

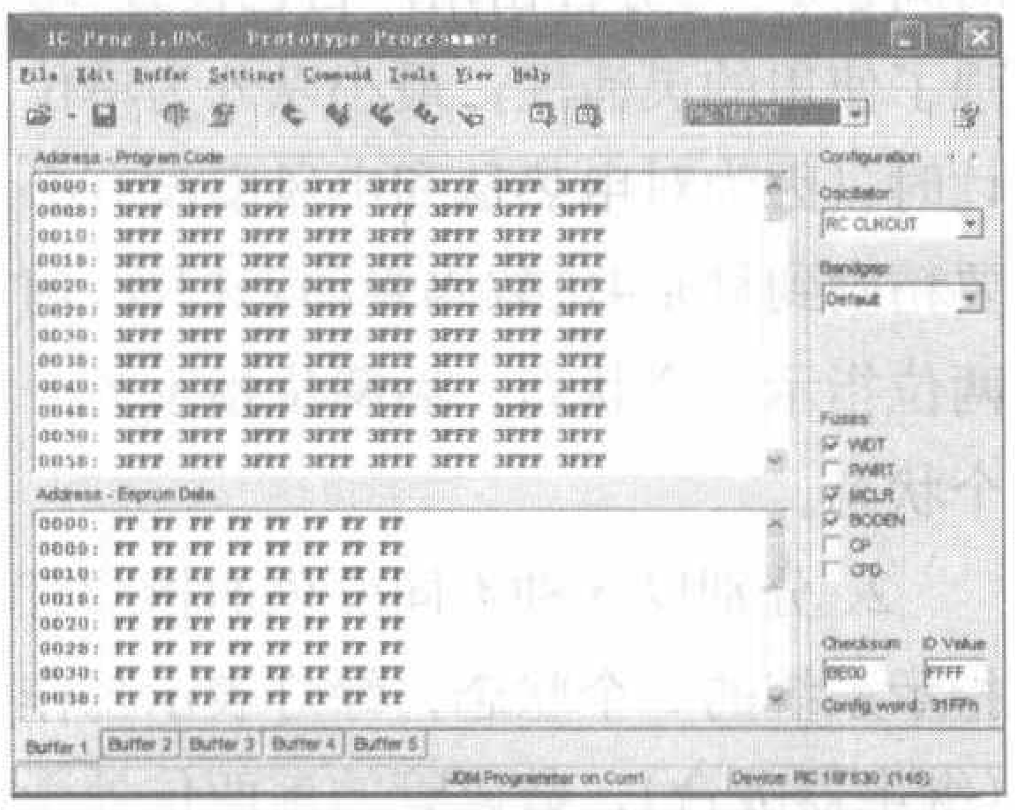


图6

在这里就不赘述了。使用时注意，该程序对电脑CPU的资源占用率比较高，烧写时最好不要运行其他软件，以防止烧写失败。

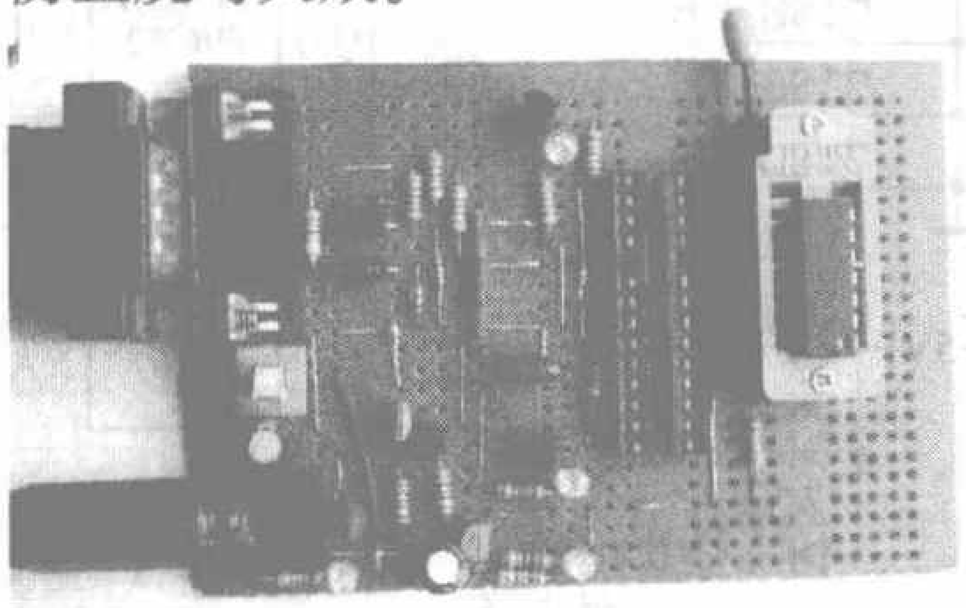


图7

图7是经笔者实际制作好的编程器，使用效果良好。

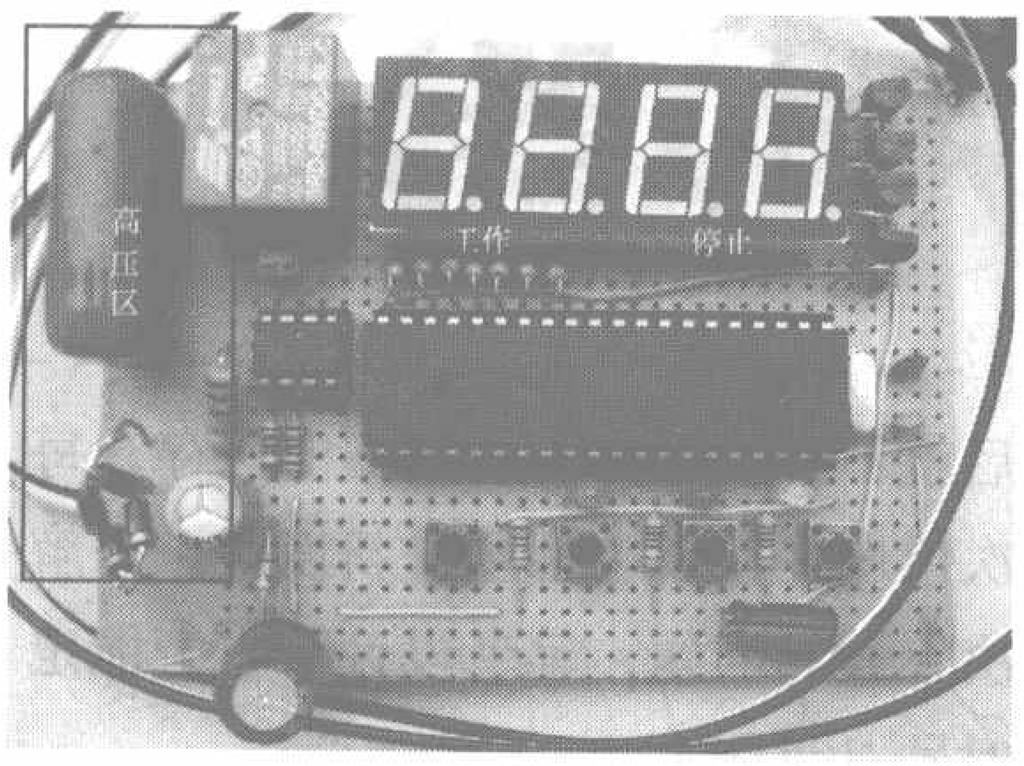


图 1

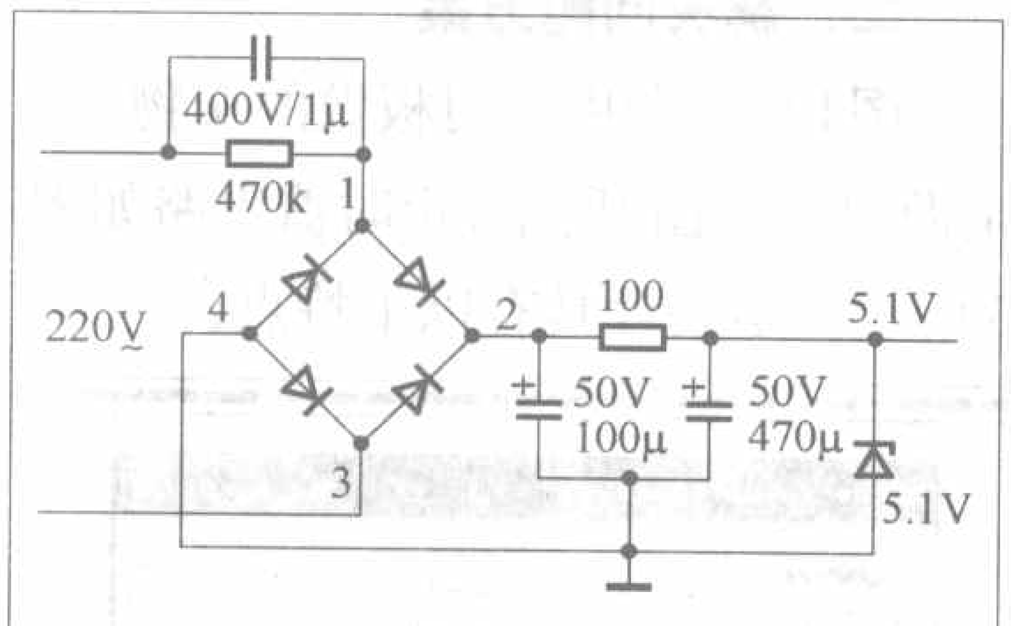


图 2

1. 使用AT89C52做微控器，并且由定时器0产生50ms的基准时钟，采用中断方式更新时间，使定时更准确；能实现定时循环，停止与工作的时间在0~99分钟由用户自己设置，增强了使用的灵活性；最小以分为单位计时（因为对电热毯和电风扇没有必要精确到秒）；4位数码管动态扫描，前两位指示一个状态，后两位指示另一个状态。

2. 分别以3种不同颜色的指示灯指示系统的3个状态，绿灯表示工作（继电器吸合），数码管的前两位处于以分为单位的倒记时状态；红灯表示停止（继电器没吸合），数码管的后两位处于以分为单位的倒记时状态；黄灯表示设置初始值状态。方便用户的使用。

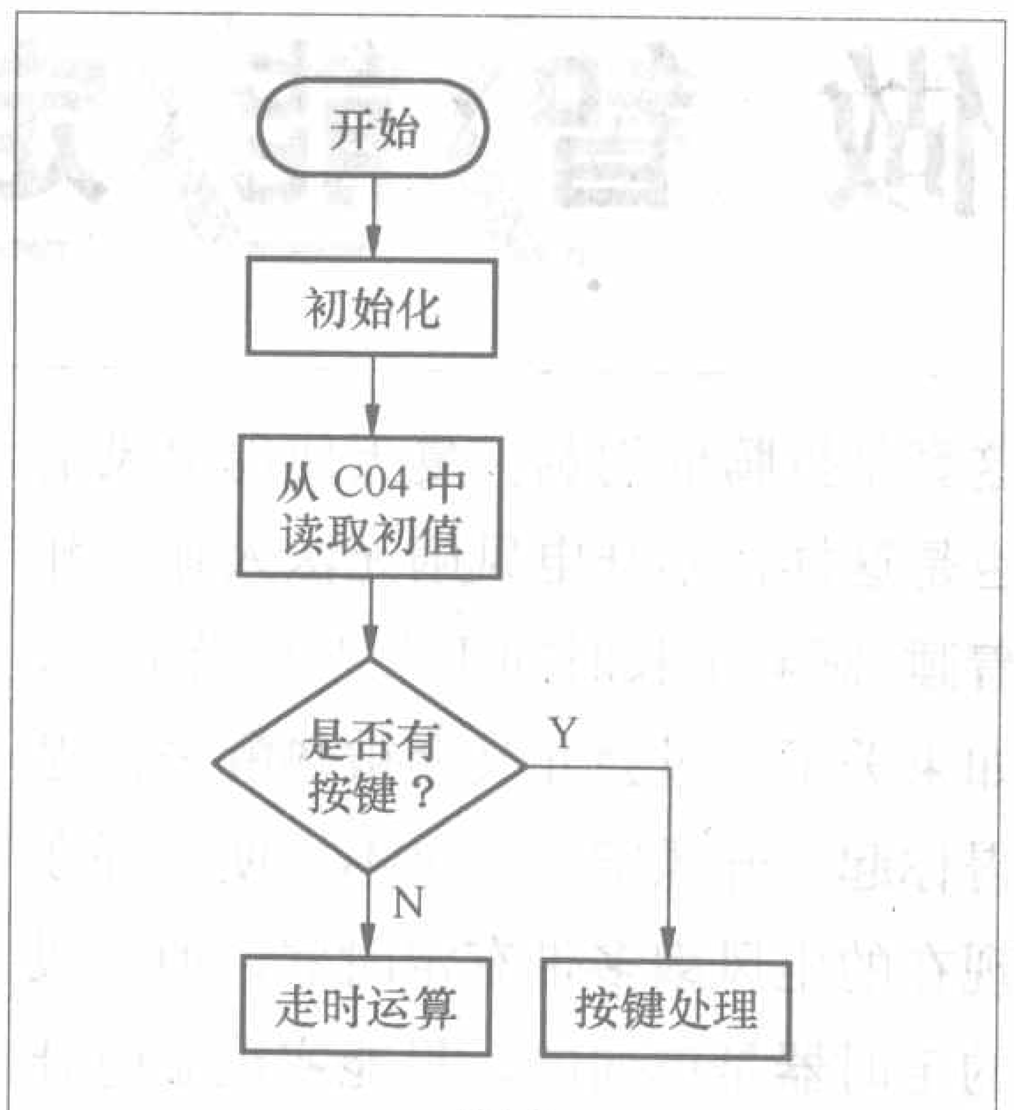


图 4

3. 使用ATMEL公司的24C04作为系统设定值的储存器，防止中途停电或其他原因导致系统复位丢失初值的事件发生。该芯片具有接口简单，使用寿命长的特点。

三、软件的实现

整个程序使用C语言编写（见本期配刊光盘），采用模块化程序设计，加有详细的注解，因此有利于感兴趣的朋友阅读。系统的初始值存在24C04的以20H开始的地址中，上电复位后，首先是系统初始化，然后从24C04中读取初始值，程序流程如图4、图5所示，其中m1、m0、s1、s0分别存放的是4位数码管显示变量，走时运算只列出了工作状态走时部分，停止部分的程序是相同的，只是变量是s1、s0而已。按键处理部分程序很简单，而且有注释所以其流程图在此就不画出了。流程图中的代码与程序中的代码完全相同。

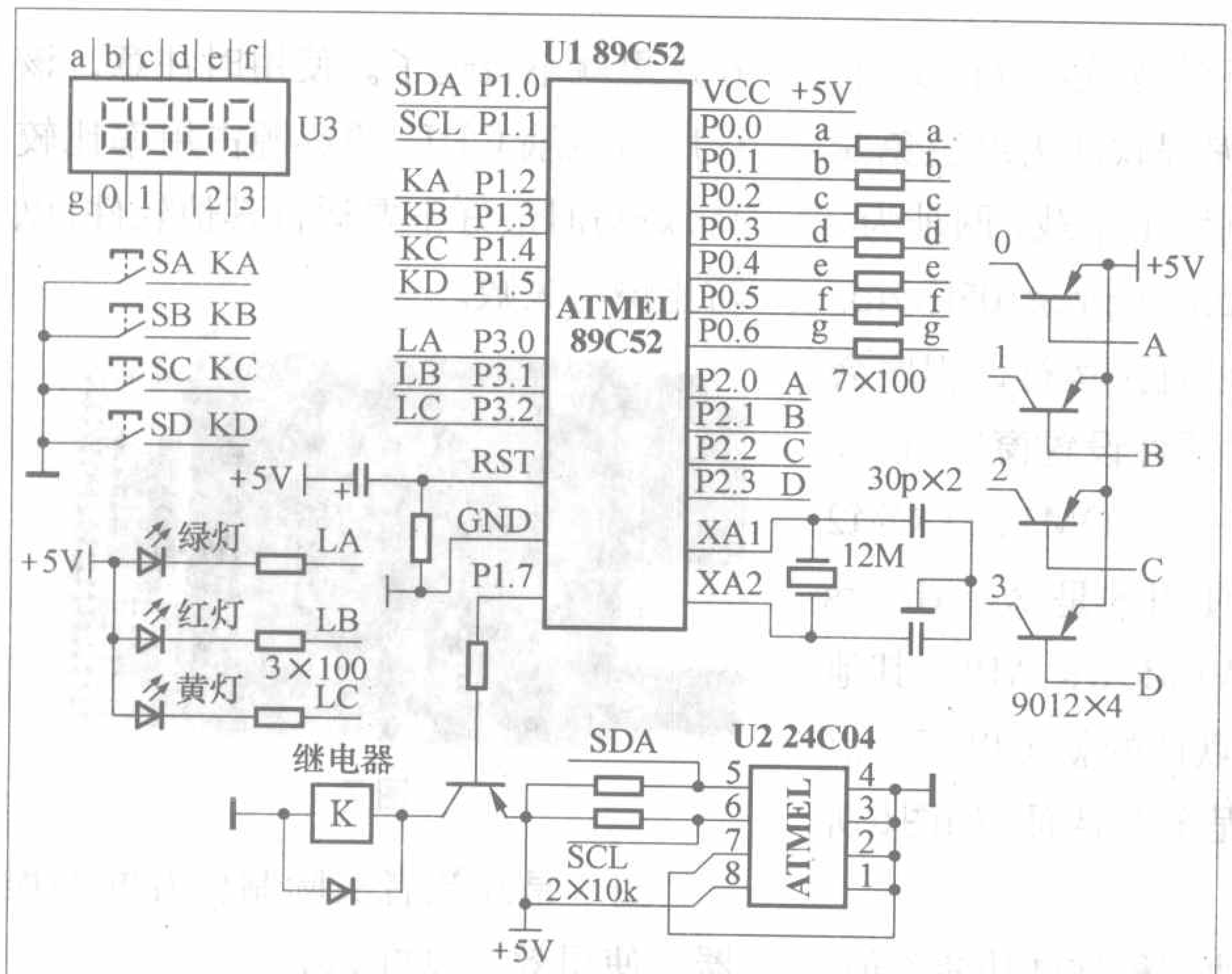


图 3

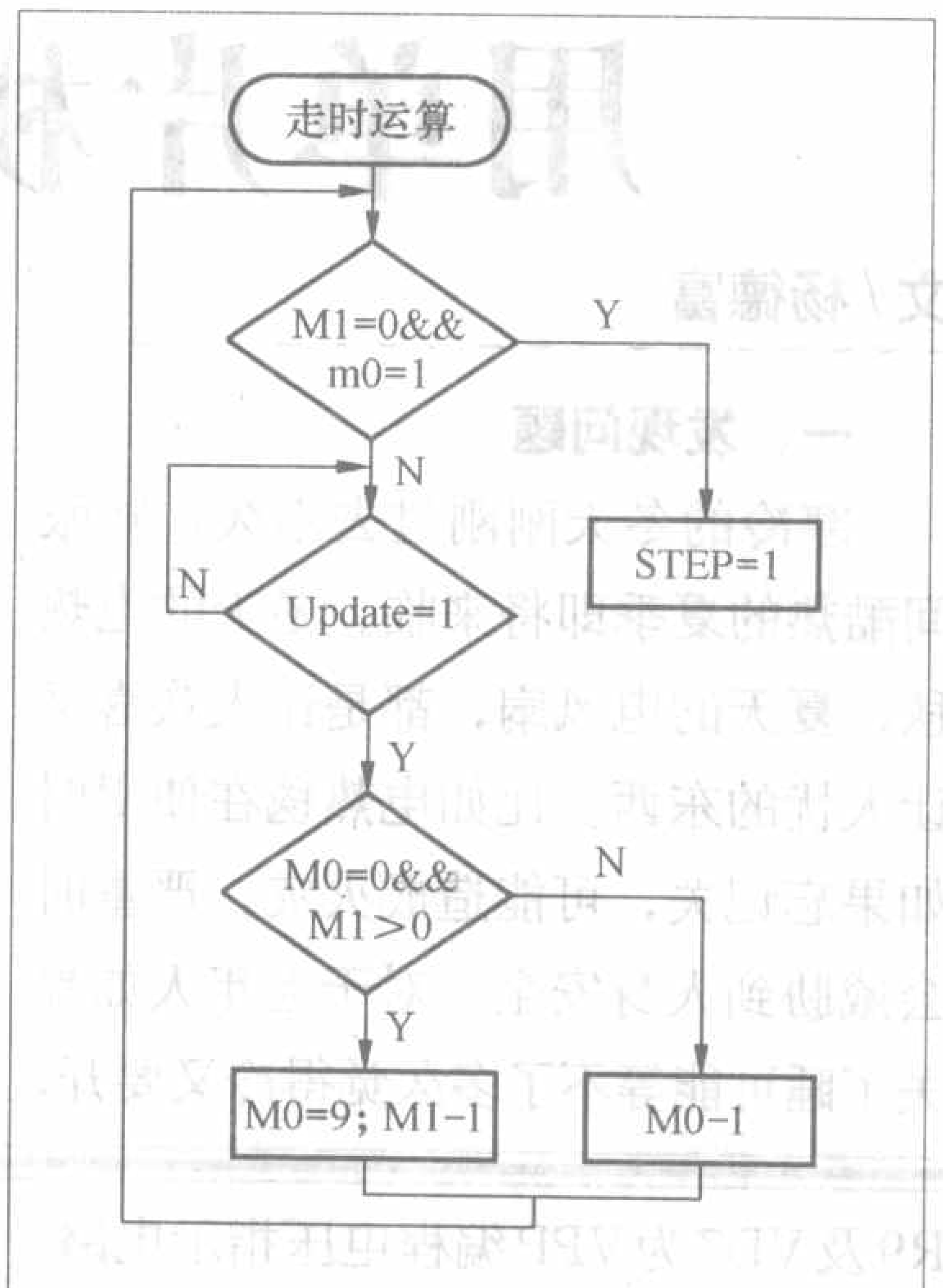


图 5

四、使用说明

系统的操作仅由4个按键控制：

SA键：系统工作与停止两个状态的转换，当系统定时没有到切换时，可手动切换。

SB键：进入初值设定状态，按此键后第一位数码管开始闪烁。此时按SC键就加1，如果按SD键第二位闪烁表示设置第二位，如此往下即可设定好初值。设定完成后按SA键保存设定值并返回到工作状态，以后开机就会以最近一次的设定值为初始值。

SC键：执行加一操作，按SB键后左边第一位数码管开始闪烁。此时按SC键闪烁的数码管就加1，超过9时自动返回0，如果按SD键第二位闪烁表示设置第二位。

SD键：设定初始值时充当位选键。在设定初始值时按此键，闪烁的数码管依次向右移动，超过最右端时自动返回到第一位。如此往下即可设定好初值，设定完成后按SA键保存设定值并返回到工作状态，以后开机就会以最近一次的设定值为初始值。如果需要重新设定可按照上述方法设定初值。

单片机限电控制器

文/吴汉清

编者按：随着生产生活对能源需求的增长，现在普遍存在着电力资源不足的现象。许多地方采用限电器限制人们超量用电，当用户的用电量超过规定功率时，限电器会立即切断该用户的电源。这样既能保证正常用电，又避免浪费，实现了节约用电。但是用普通分立元件制作的限电器只要用电量超过设定就立即断电，对用户正在使用的电器（如电脑）不利。本文介绍一种用单片机控制的限电器，它在用户超负荷时先发出警告，若超过一定时间没有得到回应再自动断电。供读者比较、参考。

学校的学生宿舍和集体单位的职工宿舍的用电管理是一项重要的工作，它涉及到节约用电和安全用电的问题。本文介绍一种用单片机制作的限电控制器，用于限制用户的用电量，当用户的用电量超过预先设定的功率时，先报警30秒钟，提醒用户降低用电负荷，如果用户在此时间内没有降低用电负荷，则强行切断该用户的电源，直至该用户的用电负荷低于设定功率时才能自动恢复正常供电。采用先报警后断电的方式是为了给用户一个自行处理的机会，防止给正在使用的电脑等设备造成数据丢失和损伤。

硬件电路工作原理

限电控制器的电路见图1，由超负荷检测电路、单片机电路、报警发声电路、继电器控制电路和电源电路等部分组成。

超负荷检测电路由电抗变换器T1、VD3、R5～R7、RP、C4和AT89C2051内部的模拟信号比较器等组成，这里P1.0和P1.1分别是模拟信号比较器的同相输入端和反相输入端，模拟信号比较器的比较结果存入P3.6对应的寄存器，P3.6在AT89C2051外部无引脚。RP用来设定用户的用电功率，其滑动触点向上调时用电功率增加。

电抗变换器T1的作用是把流过供电线路的输入电流直接转换成与电流成正比的电压，此电压经VD3整流在C4上得到直流电压。正常情况下，C4上的电压低于P1.0端的电位，P3.6输出高电平1，在此情况下P3.5输出高电平，VT2截止，P3.0输出低电平，VT1截止，继电器K处于释放状态，其常闭触点K接通给用户提供正常用电。

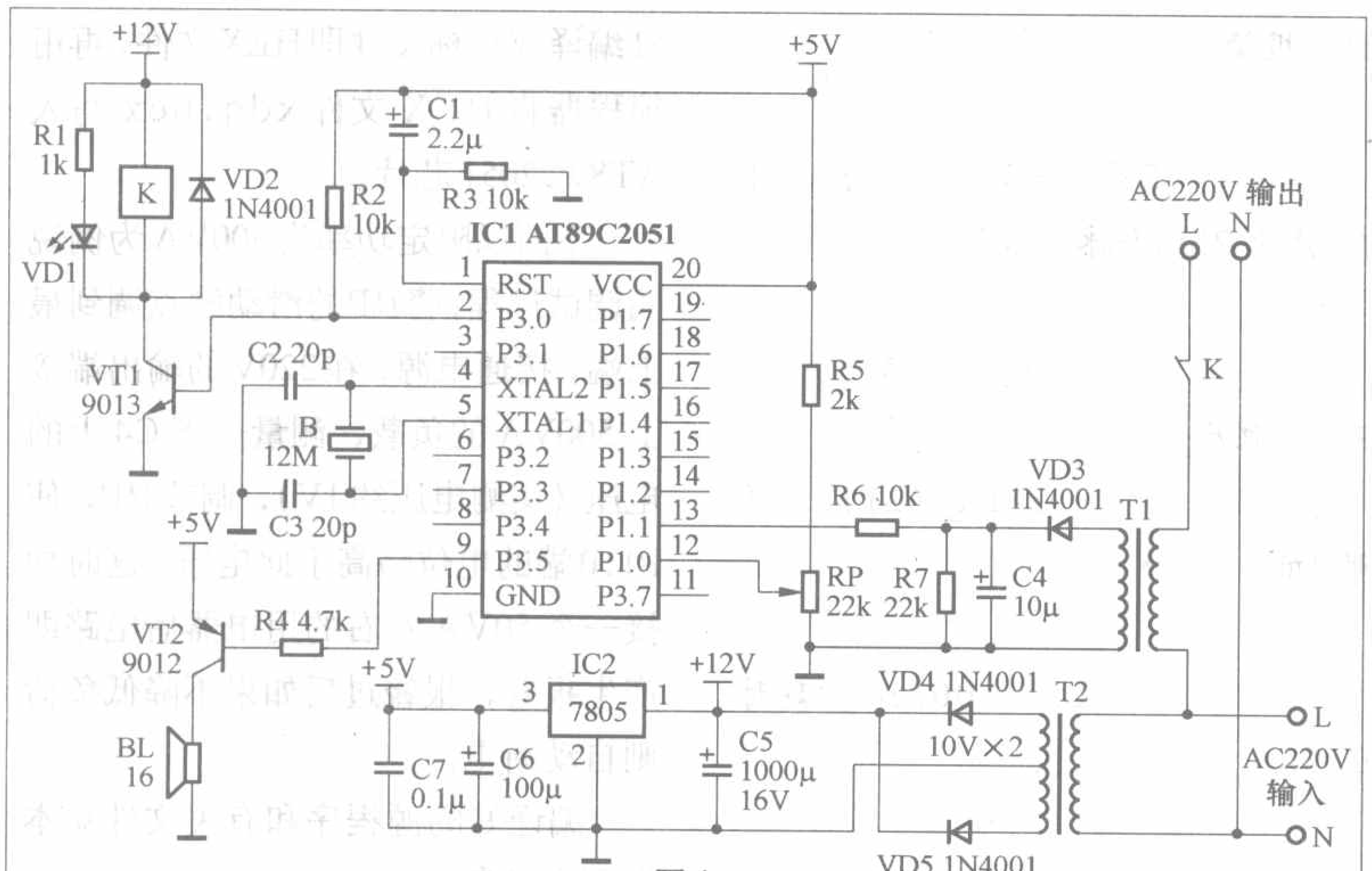


图1

当用户的用电超负荷时，通过电抗变换器T1初级的电流增加，T1的次级电压随之提高，C4上的电压上升，当其值大于P1.0端的电位时，P3.6输出低电平0，在此情况持续2秒（设置2秒的延时时间是为了防止某些电器的开机瞬间大电流产生误判）后P3.5输出30秒响0.5秒、停0.5秒的500Hz脉冲信号，由VT2推动扬声器BL发出报警声。

报警结束后如果用电负荷没有降低，即P3.6仍输出低电平0，则P3.0输出高电平，VT1导通使继电器K吸合，其常闭触点K−1断开，切断电源，停止向用户供电。在停止向用户供电5分钟后，P3.0输出低电平，试恢复供电，电路又回到开始的检测状态，用电不超负荷时即能正常供电，如果继续超负荷则重新进入上述循环状态。

报警结束后如果用电负荷已降低到了小于设定值，即P3.6回到了输出高电平1，则P3.0仍然输出低电平，不切断用户的电源。

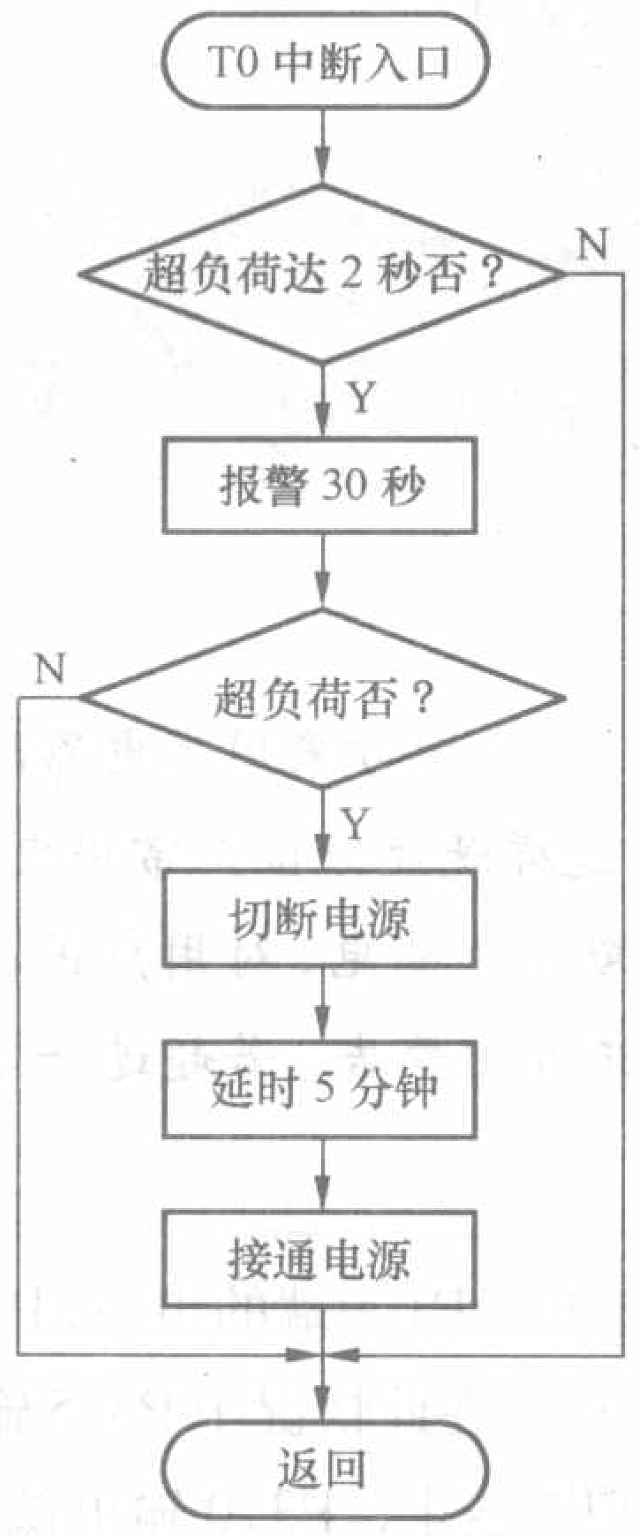


图2

软件设计

软件用keil C语言编写，由主程序、定时器T0中断服务子程序、延时子程序等部分组成。其中定时器T0中断服务程序的流程图见图2。

定时器T0定时时间设置为50ms，即每隔50ms产生一次中断，如果连续40次（对应时间为2s）检测到P3.6为低电平0，即用电超负荷，则产生报警信号。

报警信号由P3.5输出，方法是每过1ms将P3.5取反一次，这样就能输出500Hz的脉冲信号。每输出250个脉冲（0.5s）后停0.5s，即能产生响0.5s停0.5s的报警声。

具体程序如下：

```
#include <reg51.h>
unsigned char i,m,n;
unsigned int j,t;
sbit P3_0=P3^0;
sbit P3_5=P3^5;
sbit P3_6=P3^6;
main()//主程序
{
    P3_0=0;
    TMOD=0x01;//T0工作于定时器方式1
    TH0=0x3c;
    TL0=0xb0;//T0定时时间为50ms
    IE=0x82;//开中断
    TR0=1;//开定时器T0
    while(1);//无限循环，定时中断返回点
  }
  delay(t)//延时子程序，延时时间为tms
  {
   for(;t>0;t--)
   { for(i=0;i<250;i++);}
  }
  Timer1() interrupt 1//T0定时中断服务程序
  {
   TH0=0x3c;
   TL0=0xb0;
   if(P3_6==0) n++;
   else n=0;
   if(n==40)//若超电量超过2s
   {
   TR0=0;// 关定时器T0
   n=0;
   TH0=0x3c;
   TL0=0xb0;
   for(m=0;m<30;m++)//发出30s报警声
     {
       for(j=0;j<500;j++)//产生250个脉冲信号
         {
           P3_5=!P3_5; //P3.5取反
           delay(1);//延时1ms
         }
       delay(500); //延时0.5s
     }
    if(P3_6==0) //若继续超负荷
          {
             P3_0=1; //切断电源
             for(m=0;m<50;m++)
delay(6000); //延时5分钟
               P3_0=0; //试恢复供电
          }
         TR0=1;//开定时器T0
        }
      }
```

安装和调试

电抗变换器T1是限电控制器的一个关键器件，需使用磁环自制。其绕制参数要根据限定的功率大小确定。以限定功率不超过1000VA为例，磁环可以选用MXO−2000型 ϕ 18锰锌铁氧体，笔者使用的是旧电脑开关电源上拆下的磁环，T1的初级用 ϕ 1mm漆包线绕25圈，次级用 ϕ 0.15mm漆包线绕400圈。

继电器K使用吸合电压为DC12V的继电器，其触点负荷根据限定功率确定，尽量选大一点的，有多个触点时可并联使用。T2选用输出电压为10V × 2、功率为3VA左右的小型电源变压器。BL选用阻抗为16Ω的小扬声器。

安装前先将C语言源程序用KEIL 51编译成目标文件即HEX文件，再用编程器将HEX文件xdq.hex写入AT89C2051芯片。

下面以限定功率为500VA为例说明调试过程，将RP的滑动触点调到最上端，接通电源，在220V的输出端接上500VA的负载，测量一下C4上的电压（实测电压约1V），调节RP，使P1.0端的电位略高于此电压，这时加接一个50VA左右的用电器后电路即产生报警，报警过后如果不降低负荷则自动断电。

编译好的源程序和有关文件见本期配刊光盘。

低成本看门狗电路

文 / 张雪田

在工业控制中常使用MCS-51系列单片机，为了防止程序跑飞往往外接一个看门狗电路。看门狗电路可完成加电复位和死机复位两种功能。成品的看门狗集成电路如MAX813L等价格一般都较高。现介绍一种由通用数字电路CD4011组成的廉价的看门狗电路。

图1是由与非门CD4011组成的看门狗电路，图2为有关引脚波形图。由图1可以看出，在不考虑1脚的喂狗信号的情况下，三个与非门A、B、C、串接成一个环路。由于VD1、R2、C2、和R3、C3两组延时电路的作用，它们将组成一个振荡器。平时与非门A的2脚为高电平（见后面喂狗信号引起VD1、R2、C2充放电的说明），*t*0时刻的喂狗信号（高电平至低电平的跳变）经R1、C1微分后送到1脚，其输出3脚变为高电平，经VD1给C2充电，C2很快充满至5V。与非门B的输入端5脚和6脚为高电平，输出端4脚为低电平。在喂狗脉冲沿过去后的*t*1时刻，1脚恢复为高电平，3脚变为低电平，该低电平经R2给C2放电，放电速度远远慢于充电速度。当C2电压由5V降到约为2.5V时与非门B的4脚将由低电平变为高电平。正常工作时在4脚变为高电平之前又有新的喂狗信号到来，3脚又变为高电平，C2又迅速充满到5V。因此4脚一直保持为低电平，与非门C的10脚则一直保持为高电平。一旦喂狗信号丢失，4脚将在延时一段时间（*t*2−*t*0'）后的*t*2时刻变为高电平，此高电平即为CPU复位。该高电平还经R3、C3延时，使与非门C的输入端8脚和9脚在*t*3时刻变为高电平，输出端10脚变为低电平。接着引起2脚为低电平，3脚为高电平，C2迅速充电。在*t*4时刻C2电压超过2.5V，5脚和6脚变为高电平，4脚变为低电平。C3放电，经R3、C3延时，在t5时刻8脚变为低电平，10脚恢复为高电平，3脚恢复为低电平。这样，在没有喂狗信号时4脚将输出周期100ms、宽度约 5ms 的正极性脉冲串复位信号。复位信号的宽度决定于R3、C3，周期决定于R2、C2，与非门C的10脚将输出负极性脉冲串复位信号。在上电瞬间由于C2和C3的初始电压都为零，5脚、6脚、8脚和9脚都为低电平，4脚则为高电平为CPU复位。大约5ms之后8脚和9脚变为高电平，接着10脚变为低电平，3脚高电平，C2迅速充

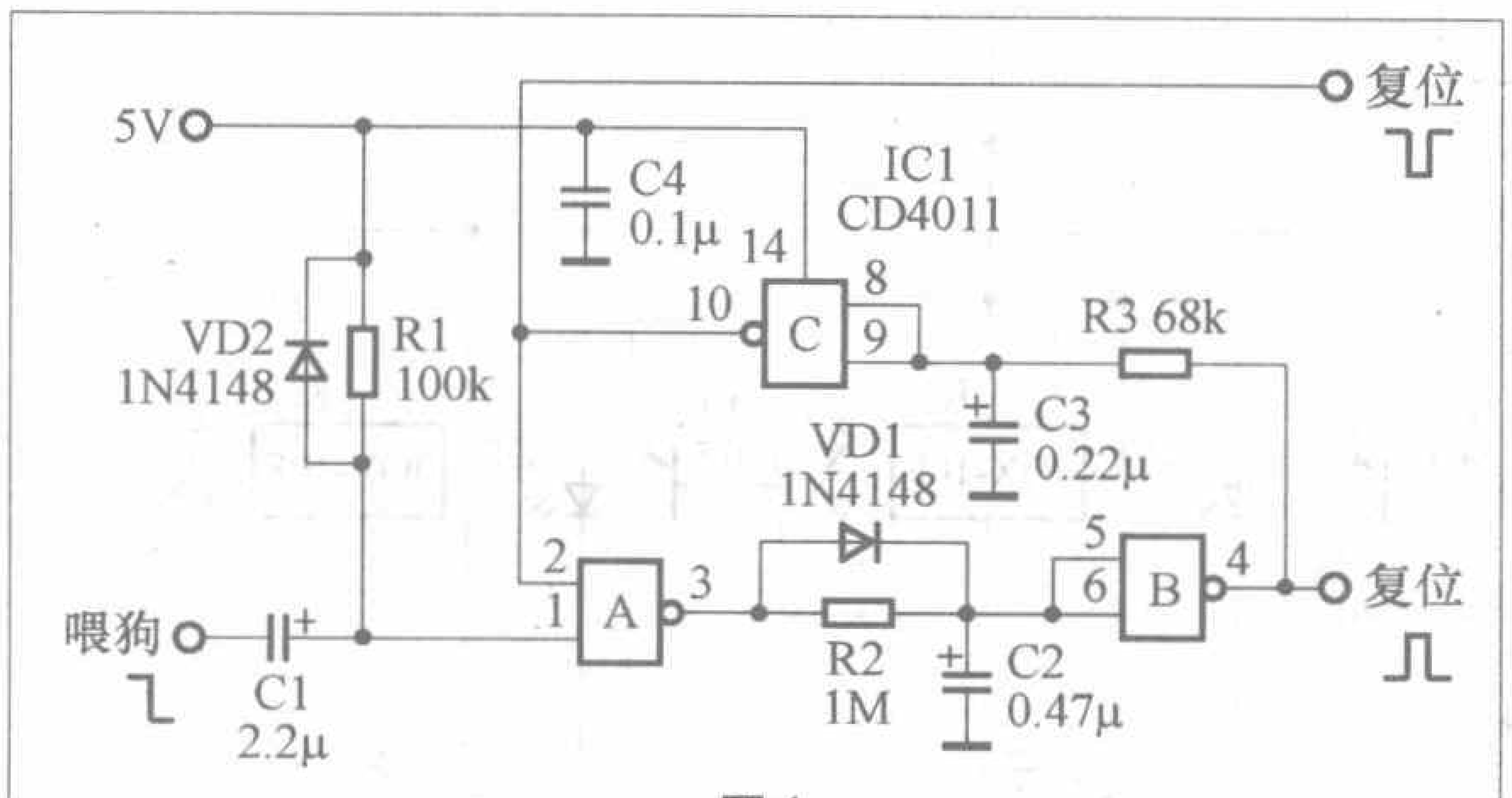


图1

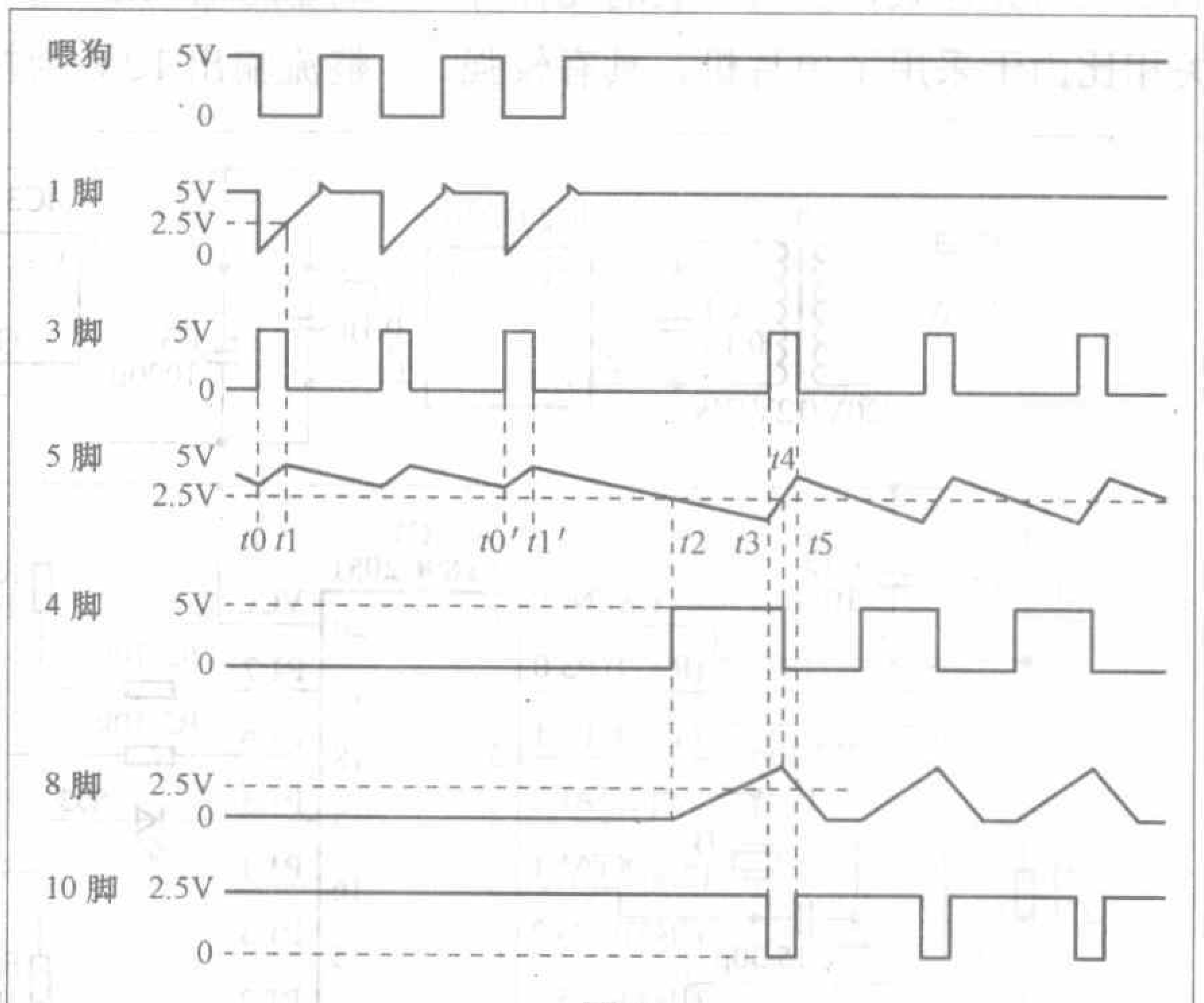


图2

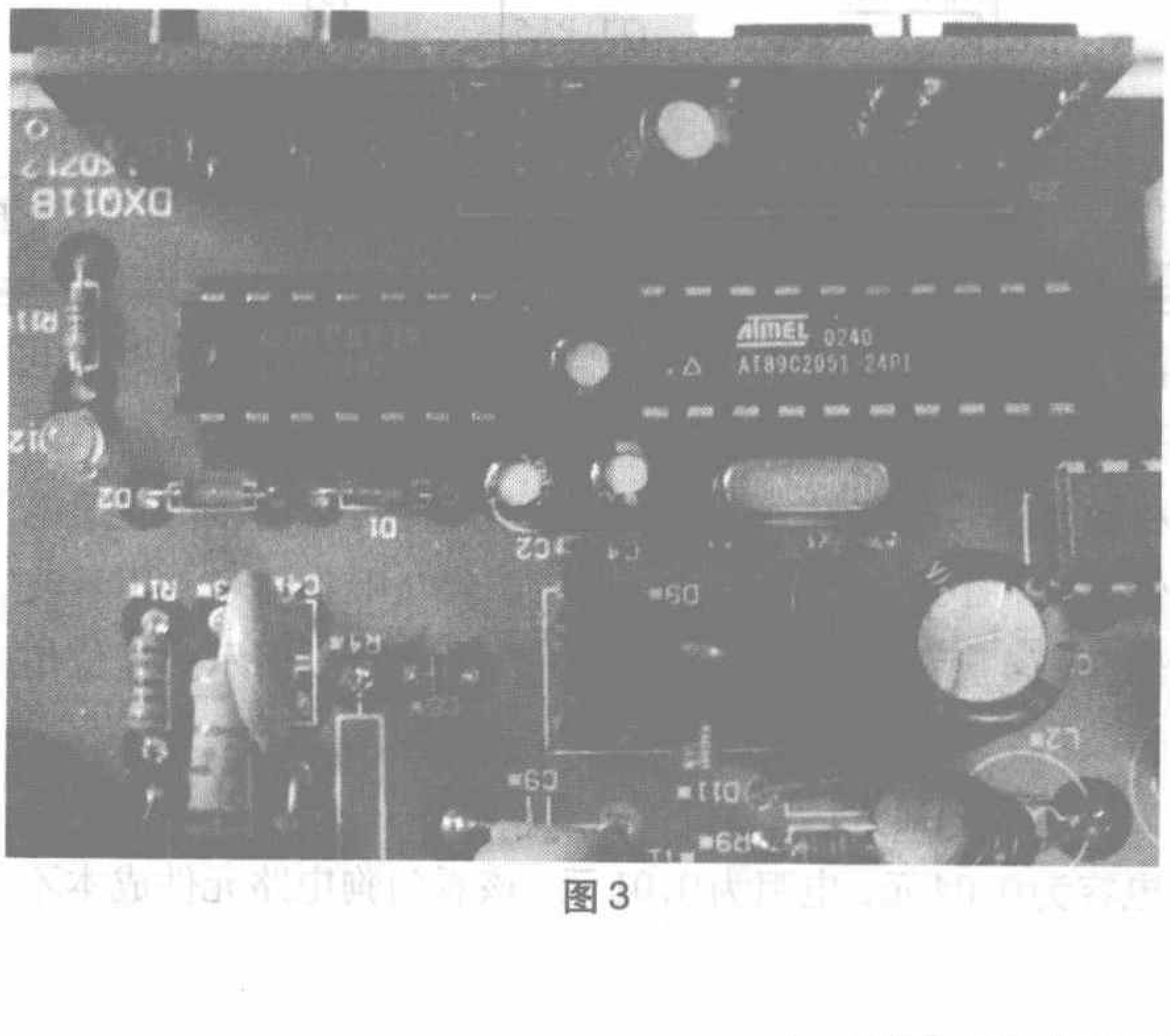


图3

AT89C2051单片机双路路灯照明控制器

文/黄建国

常见的路灯、通道灯、广告灯箱等公共场所用照明灯具往往彻夜通明，或者说在白天不应照明时工作了，造成了电能的浪费。还有些因为采用了定时控制方式，随着季节的变化未能及时设置好控制器，造成了控制不适时，如天已暗灯未明等现象，影响了照明效果。本文介绍采用AT89C2051单片机制作的双路路灯照明控制器，仍然采用光控式，但与一般的光控开关相比由于采用了单片机，具有较强的抗干扰性能，一路为夜间全明，另一路可设置晚上照明时间，到时自动关闭。

硬件电路介绍

本路灯控制器原理图如图1所示，它主要由光敏电阻、8421数码开关、AT89C2051单片机、输出继电器等几部分组成。

3W微型变压器T、整流桥IC2、三端稳压器78L05等构成本控制器电源，整流输出12V为执行部分工作电源，5V输出为单片机电源。单片机IC1、晶振B、R1、C13等组成单片机电路，R1与C13组成单片机上电复位电路，SB为手动复位按钮。光敏电阻RG、电阻R5、R6、R7与89C2051内部电压比较器（输入端为P1.0、P1.1）组成照度检测电路，其检测输出端为P3.6（P3.6在单片机内部未引出），当照度较低时P3.6输出低电平，照度较高时输出高电平。8421数码开关接于单片机的P3.0～P3.3端，用于设置其中一

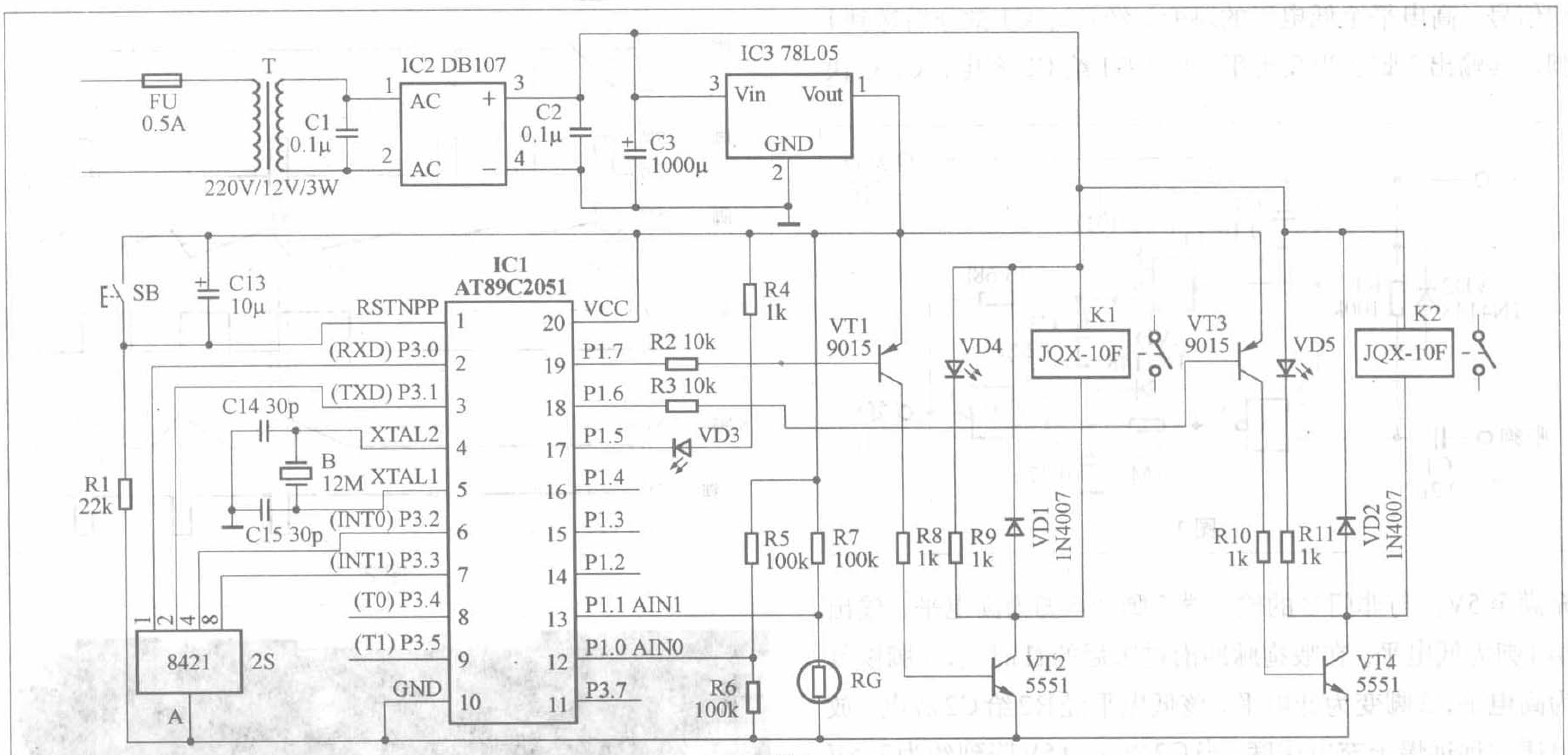


图1

满，4脚变为低电平，经R3、C3延时10脚再恢复为高电平，上电复位过程结束。该电路在多种MCS-51系列单片机中使用效果良好。为了验证该电路的可靠性，可在通电情况下将IC1的1脚对地短路，即停止喂狗信号，用示波器测量4脚和10脚的波形，即可看到如图2所示的复位信号波形。

目前CD4011市场价约为0.6元，1N4148为0.05元，电容为0.04元，电阻为0.01元。该看门狗电路元件成本不足0.9元。看门狗集成电路MAX813L市场价约为6元，SP706S约为5元。显然该电路的成本远低于单片看门狗集成电路。CD4011多余的一个与非门还可以作为它用。

图3是一个电视选台器的实物。该电视选台器内有开关电源、射频放大器、频率合成一体化电视调谐器和控制电路等。控制电路的CPU选用AT89C2051、存储器AT24C02、信号检测使用LM567。看门狗电路使用的即是前面介绍的由CD4011组成的电路。

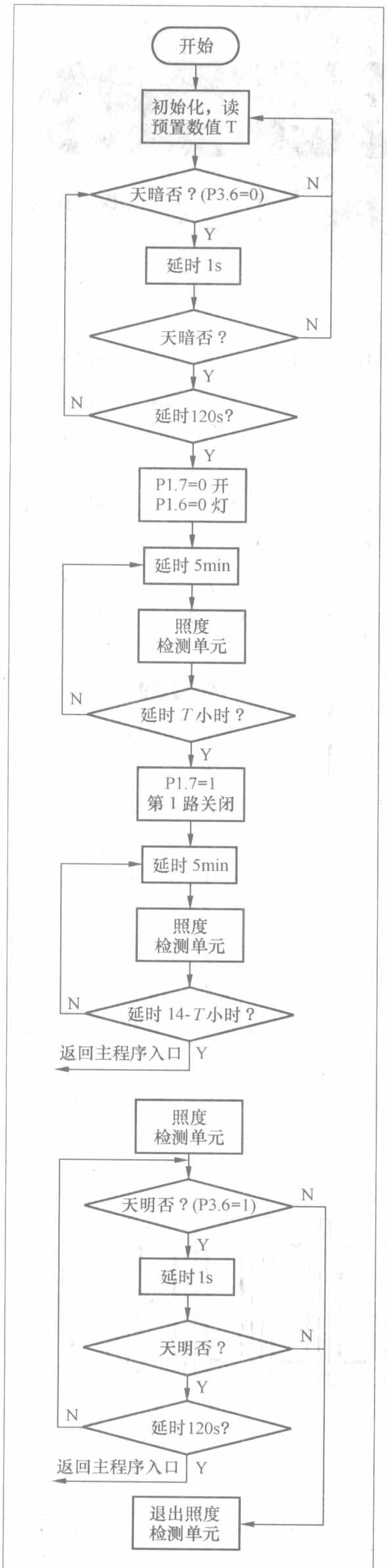


图 2

路晚上照明的时间（1～9小时，如设置值为0则照明时间无限制），此开关需在白天正常光照时设置，如果光暗后设置则第二天才生效。R4与VD3串联接于P1.5 用于指示本控制器工作状态，VD3快速闪光时表明程序进入光度变化检测期，慢速闪光时表明程序进入计时阶段，白天光照正常时VD3常亮。VT1、VT2、K1、VD1、VD4等组成第一路输出控制电路，VD4指示其工作状态，当第一路灯工作时，P1.7输出低电平，VT1、VT2导通，继电器K1吸合。VT3、VT4、K2、VD2、VD5等组成第二路输出控制电路，原理同前。

软件设计

与普通光控制路灯所不同的是，本控制器具有两路不同方式的控制输出，一路为天暗全明，一路是天暗后按设置的照明时间工作，同时由于采用了单片机控制，就很容易地引入软件抗干扰功能，使可靠性得到提高。程序流程如图2所示，上电后（或进入一个新的白天）首先将数码开关预置数值读入内存中，然后不断检测光线照度，如果光暗达到一定程度，即P3.6=0，则进入的反复检测状态，只有连续120s光暗，才能使控制输出低电平，打开路灯。此后程序进入延时状态，当第一路工作时间到达预置数时关闭该路输出，并继续延时到开灯后14小时止，返回主程序入口。在这14小时中每5min检测1次光线照度，如果连续120s光明，则关闭所有输出，返回主程序入口。汇编程序见本期配刊光盘。图3是安排在控制箱中的照明控制器实物照片。

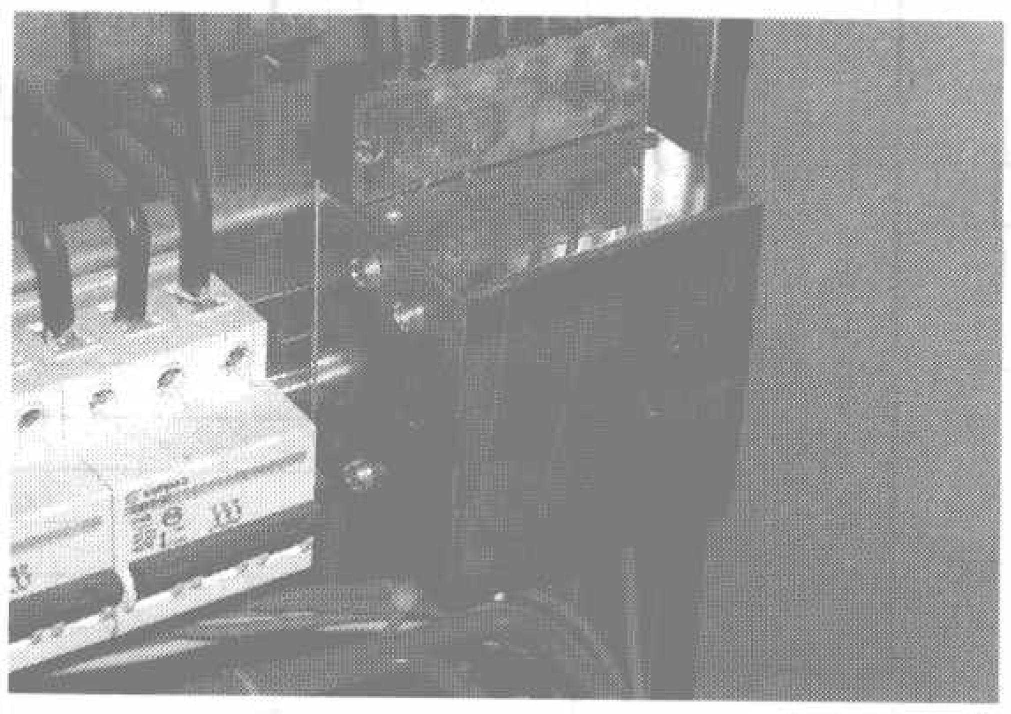


图 3

制作要点

本控制器是依据光敏电阻检测自然照度来工作的，所以光敏电阻的安装尤其重要。为了感受自然光照，它不能安装在照明控制箱内部，只能安装到控制箱外部合适的位置（如灯杆的上部），使其不受周围路灯以及车辆灯光等的直射影响。我的做法是将光敏电阻安放到一个倒置的青霉素瓶中，再用导线连接到控制器上，并在青霉素瓶外套上一个直径25mm 长度约150mm的塑料电线管，瓶底上部留有80mm的空间，瓶的下部用绝缘胶布固定好，见图4。最后再将整个感光器垂直固定在电杆上，使其只能接收来自天空的自然光线，如图5、图6所示。

图 4

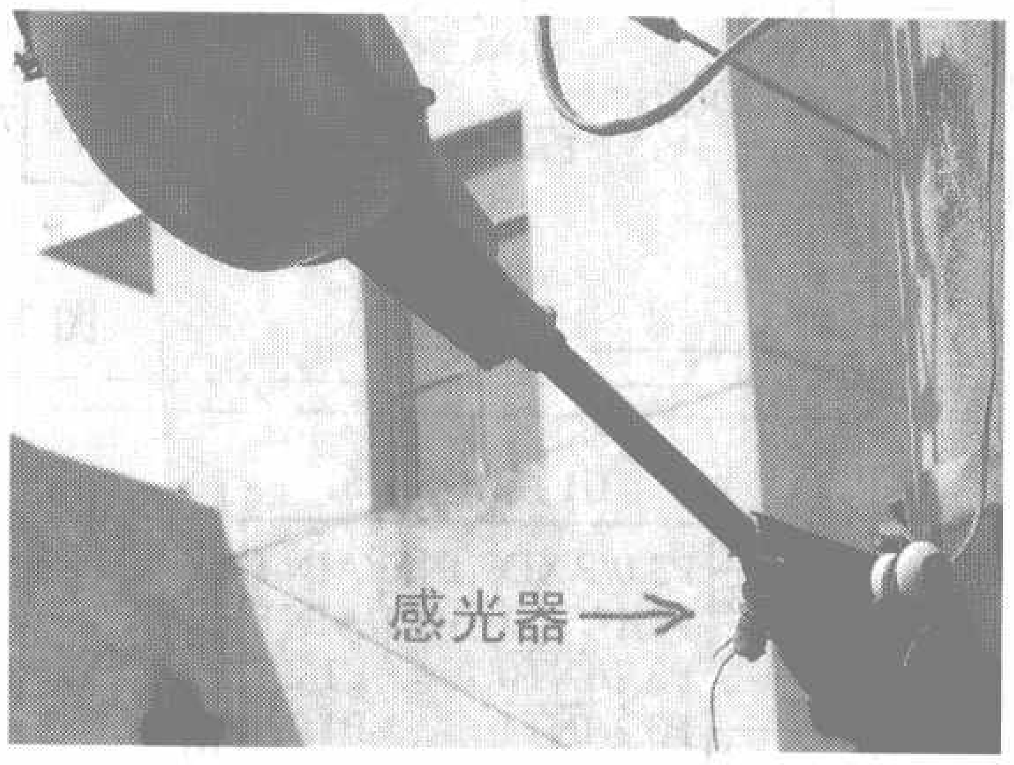


图 5

图 6

单片机外围电路

单片机进行LED显示的好帮手——MAX7219

文/宋占坡

俗话说“一个篱笆三个桩，一个好汉三个帮”。单片机这个“好汉”虽然发展已十分成熟，但仍需要很多“热心肠”的帮助，才能发挥其强大的功力，而MAX7219集成电路就是来帮助单片机输出显示的。我们知道单片机的输出显示最常用的是发光二极管和数码管，拿数码管显示为例，分为静态显示和动态显示，静态显示需要占用很多I/O口资源，所以动态显示很受欢迎。但当单片机在做一些较复杂的工程时，尤其是有多个数码管显示时，动态显示也显得占用了较多的I/O口资源，以图1所示8个数码管(共阴极)显示输出为例，即使是用3–8译码器对公共端进行选择，加上数据端口，仍然需要11个I/O口，使单片机不堪重负，功能大打折扣。如果用MAX7219帮忙的话，只用三根I/O口就可以完成任务，电路图见图2。

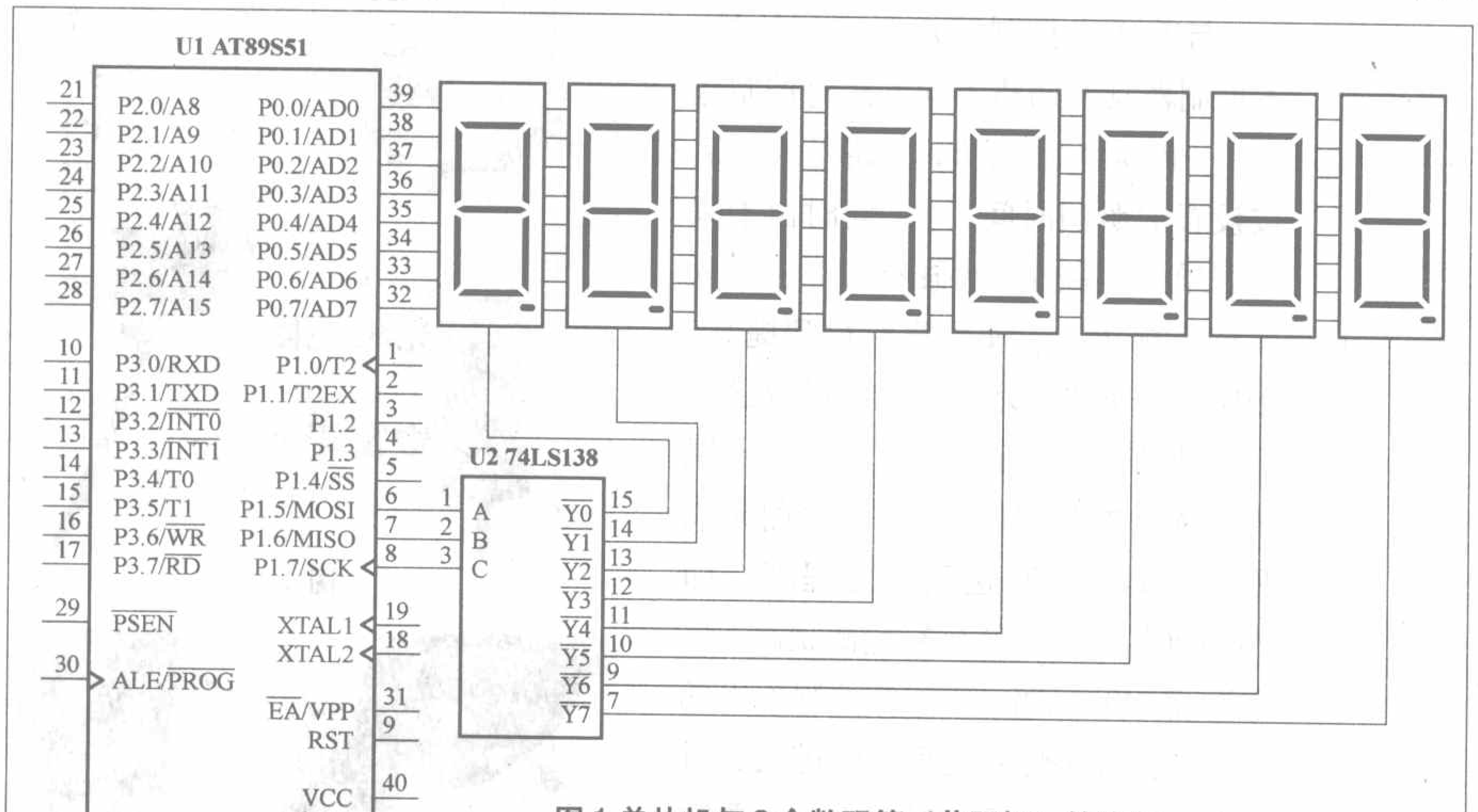


图1 单片机与8个数码管（共阴极）的连接

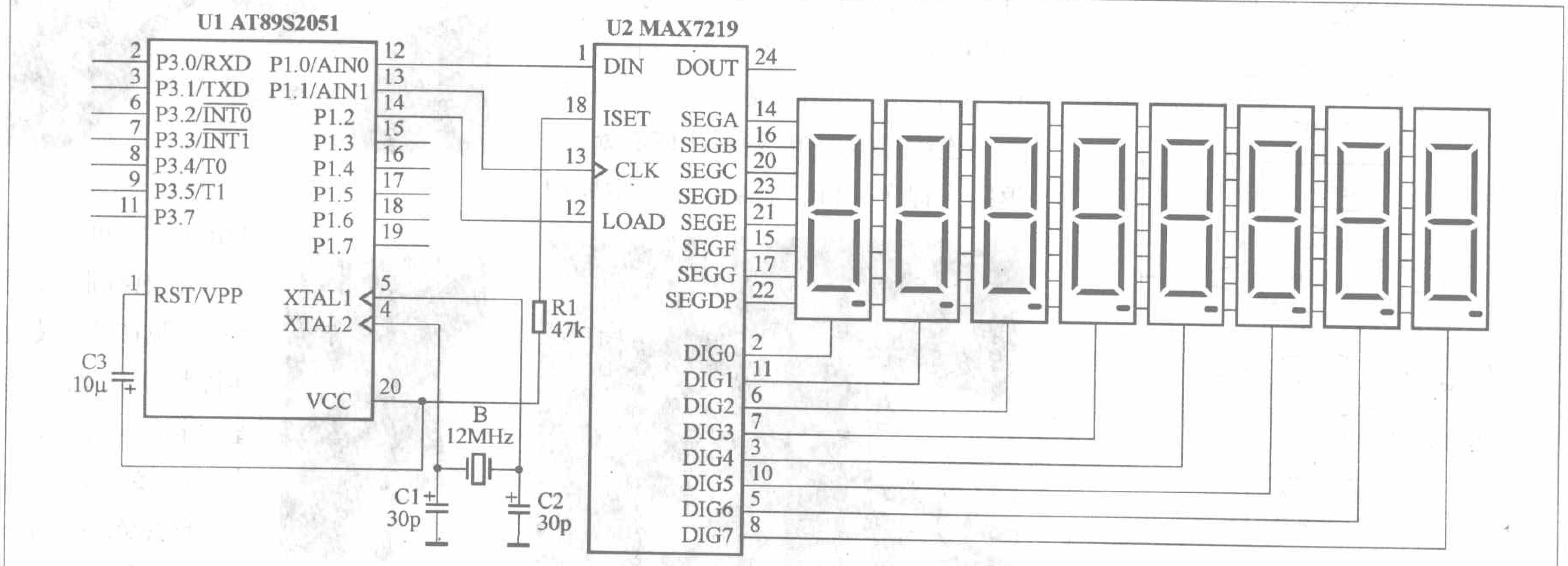


图2 AT89S2051借助MAX7219驱动LED数码管

接下来我们就来看看如何使用MAX7219实现LED数码管的显示：

MAX7219简介

MAX7219的封装常见是DIP24，引脚如图3所示。

其引脚功能如下：

1. VCC：+5V电源端。

2. GND：接地端。

3. ISET：LED段峰值电流提供端。它通过一只电阻与电源相连，以便给LED段提供峰值电流。帮助位选信号显示。

4. SEGA～SEGG：LED

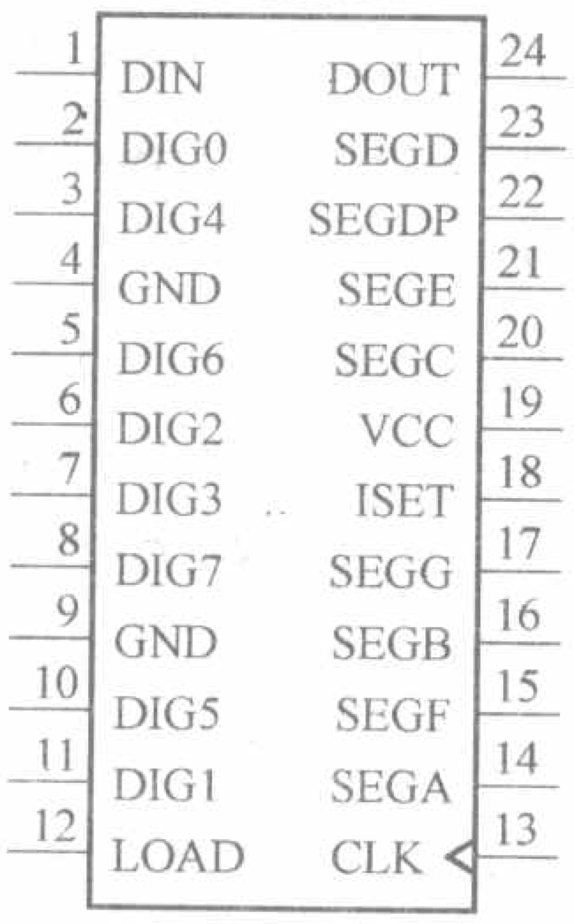


图 3 MAX7219 的引脚排列

七段显示器段驱动端。

5．SEGDP：小数点驱动端。

6．DIG7～DIG0：8 位数值驱动线。输出位选信号，从每个LED公共阴极吸入电流。

7．DIN：串行数据输入端。在CLK的上升沿，数据被装入到内部的16位移位寄存器中。

8．CLK：串行时钟输入端。最高输入频率为10MHz，在CLK的上升沿，数据被移入内部移位寄存器；在CLK的下降沿，数据被移至DOUT端。

9．LOAD：装载数据控制端。在LOAD的上升沿，最后送入的16位串行数据被锁存到数据或控制寄存器中。

10．DOUT：串行数据输出端。进入DIN的数据在16.5个时钟脉冲后送到DOUT端，以便在级联时传送到下一片MAX7219。

MAX7219 的工作原理

图4是MAX7219的时序图（DIN CLK LOAD原理），这个图很简单，就是告诉大家三个端口是怎么合作传送数据的。其中，DIN是串行数据输入端，CLK和LOAD实际上是充当了组织者。

下面结合图4介绍一下数据传送的过程：

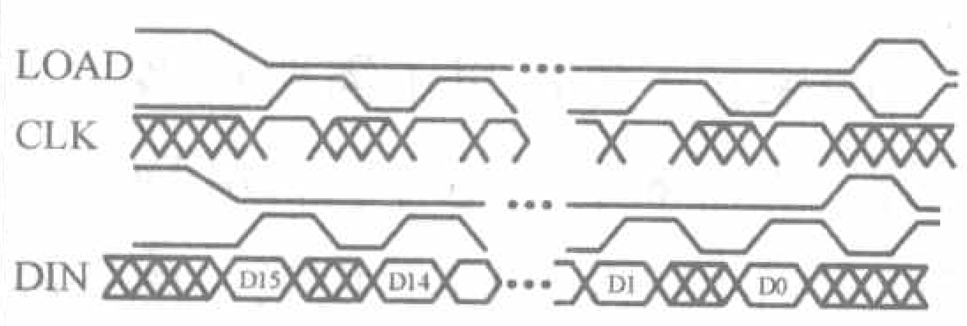


图 4 DIN、CLK 和 LOAD 的工作时序

首先，在CLK的下降沿，无效，在CLK的上升沿，第一位二进制数据被移入内部移位寄存器，然后CLK再出现下降沿，无效，然后CLK再出现上升沿，第二位二进制数据被移入内部移位寄存器，就这样工作16个周期，完成16个二进制（前八个是地址，后8个是数据）的传送，这当中LOAD一直是低电平，当完成16个二进制的传送后。把LOAD置成高电平，产生上升沿，把这16位串行数据锁存到数据或控制寄存器中，完成装载。然后再把LOAD还原为低，重复开始的动作，周而复之……

例如：把数据09H传送到地址0AH（亮度控制寄存器）。即设定LED为16级亮度的第10级。编程如下：

```
MOV A,#0AH;亮度控制寄存器地址以数据形式送累加器A
MOV B,#09H;亮度控制码(第十级)送寄存器B
LCALL WRITE;调用“写MAX7219子程序”
WRITE:;“写MAX7219子程序”开始
CLR LOAD;设置LOAD无效
LCALL WRITE8;调用“写8位数据子程序”(送的是前8位，所以是亮度控制寄存器的地址)
MOV A,B;亮度控制码(第十级)通过寄存器B送累加器A
LCALL WRITE8;调用写8位数据子程序(送的是后8位，所以是亮度控制码)
SETB LOAD;使LOAD产生上升沿，把刚送入的16位串行数据锁存到数据或控制寄存器中
RET;WRITE子程序返回
WRITE8:;“写8位数据子程序”开始
MOV R6,#08H;数据位写入次数，8次
LP1:CLR CLK;CLK无效
RLC A;取累加器A的最高位
MOV DIN,C;将累加器A的最高位送DIN
NOP;等待，为了有足够的时间传送数据，可省略
SETB CLK;CLK产生上升沿，数据被移入内部移位寄存器
DJNZ R6,LP1;8次结束，否则循环LP1
RET;“写8位数据子程序”子程序返回
```

MAX7219 的工作寄存器

MAX7219主要由8个数位寄存器和6个控制寄存器组成：

1．数位寄存器7～0：它决定该位LED显示内容，地址依次为01H～08H。

2．译码方式寄存器：地址为09H，它决定数位寄存器的译码方式，它的每一位对应一个数位。其中，1代表译码方式；0表示不译方式。比如，00H，表示都不译码。若用于驱动LED数码管，一般都设置为译码方式，方便编程；当用于驱动条形图显示器时，应设置为不译码方式。

3．扫描位数寄存器：地址为0BH，设置显示数据位的个数。该寄存器的D2～D0（低三位）指定要扫描的位数，支持0～7位，比如要显示数据位的个数为三，则应送往地址0BH的数据就应为03H。各数位均以1.3kHz的扫描频率被分路驱动。

4．亮度控制寄存器：地址为0AH，该寄存器通常用于数字控制方式，利用其D3～D0位控制内部脉冲宽度调制DAC的占空比来控制LED段电流的平均值，实现LED的亮度控制。D3～D0取值可从0000～1111，对应电流占空比则从1／32变化到31／32，共16级，D3～D0的值越大，LED显示越亮。而亮度控制寄存器中的其他各位未使用，可置任意值。前面已经举例。

5. 显示测试寄存器：地址为0FH，当D0置为1时，LED处于显示测试状态，所有8位LED的段被扫描点亮，电流占空比为31／32；若D0为0，则处于正常工作状态。D7～D1位未使用，可任意取值。简单来说就是，D0为1时，点亮整个显示器，为0时，恢复原数据。用来检测外挂LED数码管各段的好坏。

6. 关断寄存器：地址为0CH，又叫待机开关，用于关断所有显示器。当D0为0时，关断所有显示器，但不会消除各寄存器中保持的数据；当D0设置为1时，正常工作。剩下各位未使用，可取任意值。

7. 无操作寄存器：它主要用于多片MAX7219级联，允许数据通过而不对当前MAX7219产生影响。

MAX7219应用实例

按图2把单片机、MAX7219和数码管连接起来，由于只用了单片机（MCU）三个管脚，所以用简化版的AT89S2051单片机就足够了。图中DIN接P1.0，CLK 接P1.1，LOAD接P1.2。

下面来做个简单的小实验：让数码管从左到右分别显示0、1、2、3、4、5、6、7，程序清单如下：

ORG 0000H；程序开始

AJMP MAIN；跳转到MAIN主程序处

DIN BIT P1.0；定义变量

CLK BIT P1.1；定义变量

LOAD BIT P1.2；定义变量

ORG 0080H；主程序MAIN从地址0080H开始

；MAX7219（各工作寄存器）初始化开始

MAIN:MOV A,#0BH；扫描位数寄存器地址以数据形式送累加器A

MOV B,#07H；扫描位数（8位）送寄存器B

LCALL WRITE；调用“写MAX7219子程序”

MOV A,#09H；译码方式寄存器地址以数据形式送累加器A

MOV B,#0FFH；译码方式(译码)送寄存器B

LCALL WRITE；调用“写MAX7219子程序”

MOV A,#0AH；亮度控制寄存器地址以数据形式送累加器A

MOV B,#09H；亮度调节（10级）送寄存器B

LCALL WRITE；调用“写MAX7219子程序”

MOV A,#0CH；关断寄存器地址以数据形式送累加器A

MOV B,#01H；待机开关（关）送寄存器B

LCALL WRITE；调用“写MAX7219子程序”

START:MOV R3,#08H；显示数据循环次数送寄存器R3

MOV R0,#00H；寄存器R0存放TAB表格间接指针

LOOP:MOV DPTR,#TAB；送TAB首地址入DPTR

MOV R4,#01H；数位寄存器0的地址（01H）以数据形式入R4

LP:MOV A,R0；TAB表格间接指针入A

MOVC A,@A+DPTR；取TAB首地址中的显示数据入A

MOV B,A；TAB首地址中的显示数据入B

MOV A,R4；数位寄存器0的地址入A

LCALL WRITE；调用“写MAX7219子程序”

INC R0；R0加一（TAB表格间接指针指向下一个）

INC R4；R4加一（换下一个数位寄存器）

DJNZ R3,LP；循环八次结束

LJMP START；重新开始显示0～7

TAB:DB 00H,01H;02H,03H,04H,05H,06H,07H；前面对“译码方式寄存器”采用了BCD译码方式，所以TAB数据这么写

WRITE:；写MAX7219子程序（写16位，前8位地址，后8位数据）

CLR LOAD；设置LOAD无效

LCALL WRITE8；调用写8位数据子程序

MOV A,B；B中内容送A

LCALL WRITE8；调用写8位数据子程序

SETB LOAD；使LOAD产生上升沿，把刚送入的16位串行数据锁存到数据或控制寄存器中

RET；WRITE子程序返回

WRITE8:；“写8位数据子程序”开始

MOV R6,#08H；数据位写入次数，8次

LP1:CLR CLK；CLK无效

RLC A；取累加器A的最高位

MOV DIN,C；将累加器A的最高位送DIN

NOP；等待，为了有足够的时间传送数据，可省略

SETB CLK；CLK产生上升沿，数据被移入内部移位寄存器

DJNZ R6,LP1；8次结束，否则循环LP1

RET；“写8位数据子程序”子程序返回

END；程序结束

几个注意事项

1. 用单片机的串口与MAX7219的DIN连接时，注意数据传送的方向。

2. 数码管是共阴极的。

3. 数码管可以换成64个发光二极管或者LCD。

如果在实际应用中需要更多的数码管，大于8个，还可以利用DOUT进行多片MAX7219的连接，感兴趣的读者可试一下。

走进仿真世界

基于proteus的RS232物理接口仿真

文/刘兴宾

RS232接口以其简捷的通信协议在电子系统中得到了广泛的使用，proteus下的RS232接口模型的索引号为COMPIM，在仿真电路运行时，该模型会与计算机对应的RS232 9针物理接口建立起联系。在电子技术中，RS232接口的每个针脚都有其特殊的定义。以计算机端的RS232 9针接口为例，其中TXD为串行数据发送线，RXD为串行数据接收线，DTR、RTS为控制信号发送线，DCD、DSR、CTS、RI为控制信号接收线，GND为信号地。在proteus下，COMPIM模型中信号发送引脚的电平（+5V逻辑电平）改变会直接映射到计算机RS232物理接口的对应针脚上，COMPIM模型中信号接收引脚的电平改变是无效的。而对于计算机的物理COM口来说，信号接收针脚的电平（必须为RS232电平）改变会映射到COMPIM模型的对应针脚上。注意，对物理COM口信号接收引脚的强制性电平改变可能会损坏接口。下面以一个简单的实例来进一步说明proteus下对计算机RS232物理接口的仿真。

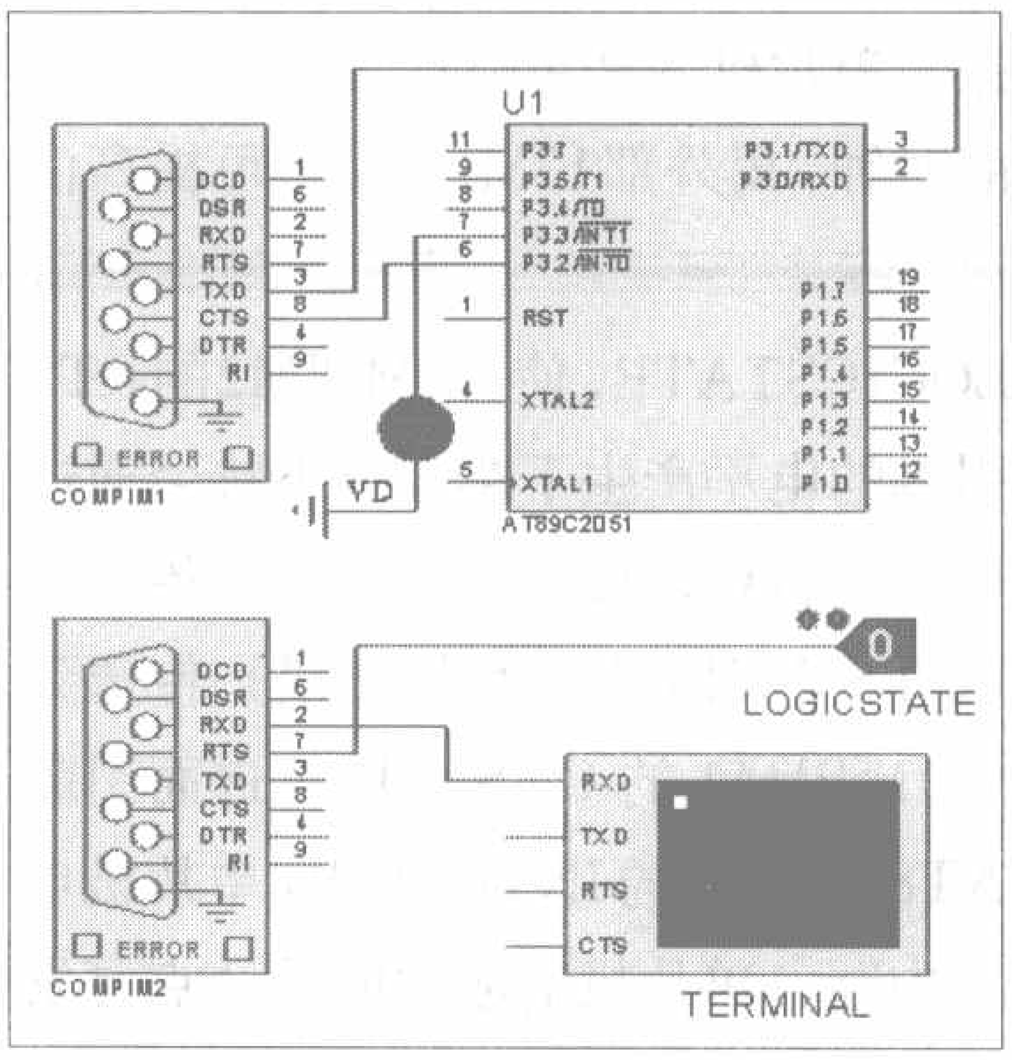
一、绘制电路

在proteus中绘制如附图所示的电路。关于proteus的基本使用在本刊中已经做过介绍，在此不再重复。电路中COMPIM1的Physical port项设为COM1，COMPIM2的Physical port项设为COM2，虚拟终端TERMINAL和两个COMPIM模型的波特率均设为2400，仿真模型的其他属性必须保持默认。

二、为AT89C2051编写程序

在keil中建立一个工程，然后编写如下程序（仅供参考）。

```
#include<AT89x51.h>
#include<stdio.h>
void init()
// 串口初始化函数
{
  SCON=0x50;// 串口工作在方式1
  TMOD=0x20; //T1作为波特率发生器
  TH1=0xf3;
  TL1=0xf3; // 波特率设为2400
  TI=1; //置位TI才可以使用stdio.h函数
  TR1=1; //启动波特率发生器
  IT0=1; //外部中断0为边沿触发
  P3_3=0; //熄灭发光二极管D
  EX0=1; // 打开外部中断0
  EA=1; // 总中断允许
}
void intr0() interrupt 0
// 外部中断0响应函数
{
  P3_3=1; // 点发光二极管D
}
void main()
{
  char *buf="www.radio.com.cn";
  unsigned int i;
  init(); // 初始化串口
  while(*buf)
  {
  putchar(*buf); //发送一个字符
  buf++; //buf指向下个字符
  for(i=0;i<20000;i++); // 延时
  }
  while(1); //进入等待状态
}
```



三、建立RS232物理接口连接

为了在一台计算机上实现两个RS232接口之间的通信仿真，需要在物理接口COM1和COM2之间建立电气连接。由于我们只用到了接口的一条串行数据传输线和一条控制信号传输线，因此只需将COM1的TXD、CTS线与COM2的RXD、RTS线对应连接即可。取四段2厘米左右的圆珠笔芯和两段没有绝缘层的裸线，将裸线插入圆珠笔芯中，然后再套在COM口的对应针脚上，只要保证裸线的直径与COM口的针脚直径之和略大于圆珠笔芯的内径，即可在COM口之间建立起可靠的电气连接。由于是裸线，一定要小心，不能使两条导线

虚拟仪器DIY

基于串口的虚拟示波器

文/周长锁

编者按： 示波器是电子技术人员和业余爱好者十分常用的仪器，本刊今年第4期刊登了《用单片机制作简易工频示波器》，介绍了一种用P89LPC901单片机作控制器、红绿双色16×16LED点阵屏MD1216作显示的简易示波器。可方便地用于一般的工频测试。第5期又刊登了《自制简易示波器》，介绍了一款并口虚拟示波器电路，通过并行接口与电脑连接，用软件显示电路所测量的信号波形。本期再为大家介绍一款串口虚拟示波器，除了能显示2通道的电压波形，还具备6通道逻辑分析功能。欢迎读者动手试制，若你在制作过程中有不明白的地方，欢迎到《无线电》杂志技术论坛（www.radio.com.cn/bbs）的“单片机开发与应用”板块讨论、交流。

本文介绍的虚拟示波器利用飞利浦P89LPC935单片机的AD转换功能成组采集电压信号，并存储到内部RAM，然后通过光电隔离的串口发送到电脑。电脑用VB编制的控制程序处理单片机传来的数据，显示2通道电压波形，并在传统的示波器基础上增加了简易的6通道逻辑分析功能。其主要参数如下：

输入通道：2路模拟信号或6路数字信号

采样频率：最高100kHz

分辨率：8位

模拟输入信号最大值：±120V

数字输入信号最大值：+15V

输入信号与微机隔离电压：1000V

电源：直流9V，300mA

一、电路原理

虚拟示波器电路原理见图1，主要由单片机、信号处理、通信和电源等几部分组成。

P89LPC900系列单片机是基于80C51内核的低功耗FLASH单片机，速度是标准80C51单片机的6倍。P89LPC935功能很多，电路中只用了8路精度是8位的AD转换器、串行接口UART和5个I/O口。引脚AD00、AD10对应通道CHA、CHB输入的交流信号，引脚AD01、AD02、AD03、AD11、AD12、AD13对应CH1～6输入的直流脉冲信号，引脚RXD、TXD是串行通信接口，引脚P2.2、P2.3、P2.4、P2.5通过三极管阵列ULN2003A控制继电器切换挡位，引脚P0.6接入需要外部触发时的同步信号，引脚P3.0、P3.1外接12MHz晶振。单片机内部可以产生7.373MHz的时钟，用外部12MHz晶振可提高信号采集速度。

信号处理部分通道CHA、CHB输入信号分1.2V、12V、120V三挡，通过继电器切换挡位。信号输入内阻为1MΩ，与标准示波器探头相匹配，当输入电压大于120V时，可以用示波器探头×10挡扩展量程。运放LM324的作用是提高输入阻抗和平移电压信号，单片机AD转换参考电压与电源电压相同，均为3V，可接受的信号为直流0～3V。为了能采集交流信号，把输入信号往高平移1.5V，这样就可以采集交流1.5V的信号。单片机端口设为仅为输入时，端口可承受最大5V的直流电压，用于逻辑分析的6路输入信号都用稳压二极管限制输入电压为直流0.7V～5V，防止损坏单片机。ULN2003A内含有7个共发射极的达林顿三极管阵列，而且输出端对公共

之间短路。

在完成上述三步后就可以开始仿真了。点击运行按钮后buf所指向的符串“www.radio.com.cn”就会通过COM1和COM2之间的串行数据线（TXD和RXD之间的连线）传送到虚拟终端TERMINAL中。点击LOGICSTATE，使COMPIM2的RTS引脚的电平产生下跳，该下跳会通过COM1和COM2的控制信号线传输线（CTS和RTS之间的连线）传送到COMPIM1的CTS引脚，进而引起AT89C2051的INT0引脚向单片机申请中断，单片机响应中断后会点亮发光二极管VD。

总结：本文以一个简单的实例说明了如何用proteus中的COMPIM模型仿真计算机的物理RS232接口，旨在帮助读者举一反三，给工作或学习带来方便。如有任何问题可与本人联系：fzfh1219@sina.com。

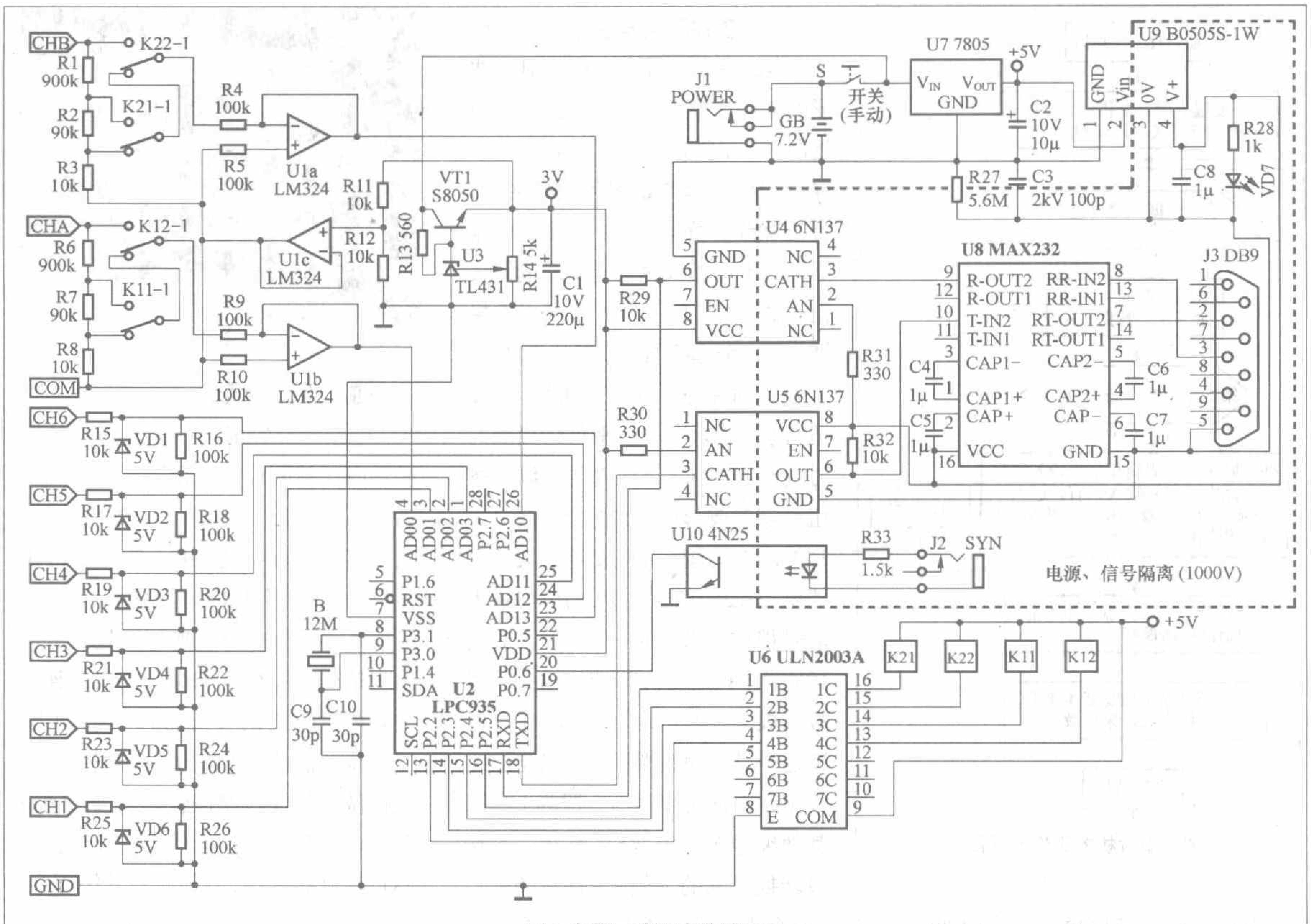


图1 虚拟示波器电路原理图

端接有续流二极管，非常适合于驱动感性负载，本电路中用了其中的4个三极管，电源接公共端，利用了集成电路内部的续流二极管。

通信部分采用常见的集成电路MAX232将单片机串行通信信号电平转换为标准的电脑串口信号电平，光耦U4、U5用于高速数字信号传输时的隔离。MAX232的电源用的是DC/DC转换电源模块B0505S-1W输出的与单片机电源隔离的5V直流电源，这样就实现了信号采集与电脑通信的完全隔离，防止意外损坏电脑。

电源部分可采用外接9V直流电源或内部放置7.2V的锂电池配充电接口。电源一路经7805稳压后给模块B0505S-1W和运放LM324供电，另一路通过由VT1、TL431构成的3V稳压电路给单片机供电。单片机电源电压同时作为AD转换参考电压，要求稳定度比较高，否则影响信号采集精度。

二、单片机编程

单片机与电脑间的通信协议定义见表1和表2。

电脑向单片机发送的数据中，第1字节是前导字节，确定一帧数据的开始位。第2字节前4位对应确定4个继电器的动作（1代表吸合状态），后4位确定示波器的工作模式，0：CHA，1：CHB，2：CHA+CHB，3：逻辑分析。第3、4字节是定时数据高、低字节，确定数据采集间隔时间，控制时基变化。第5字节00代表内部同步，01代表外部同步。单片机返回的数据单纯是采集到的成组数据。

单片机数据处理能力弱，所以只负责数据采集，数据处理工作由电脑完成，CHA或CHB通道都是采集150个数据，实际显示用120个数据，前30个数据用于内部同步时选取最小值作为同步点。逻辑分析每通道75个数据，实际显示60个，前15个数据用于内部同步时选取最小值作为同步点。P89LPC935内部共有768B RAM，本程序运行时占用一部分，还有扩展采集数据量的空间。逻辑分析采集的是电压信号，也可以直接采集电平信号，这样可以利用余下的所有I/O口进行

表1 电脑向单片机发送的数据格式

字节序列	1	2	3	4	5
内容	DB	00~F3	00~FF	00~FF	00或01
意义	前导字节	工作模式	定时高字节	定时低字节	同步选择

表2 单片机向电脑返回的数据格式

模式	数据排列顺序	数据字节数
CHA或CHB单通道	A1,A2,A3……或B1,B2,B3……	150
CHA+CHB双通道	A1,B1,A2,B2,A3,B3……	300
逻辑6通道	C1,D1,E1,F1,G1,H1,C2,D2,E2,F2,G2,H2,……	450

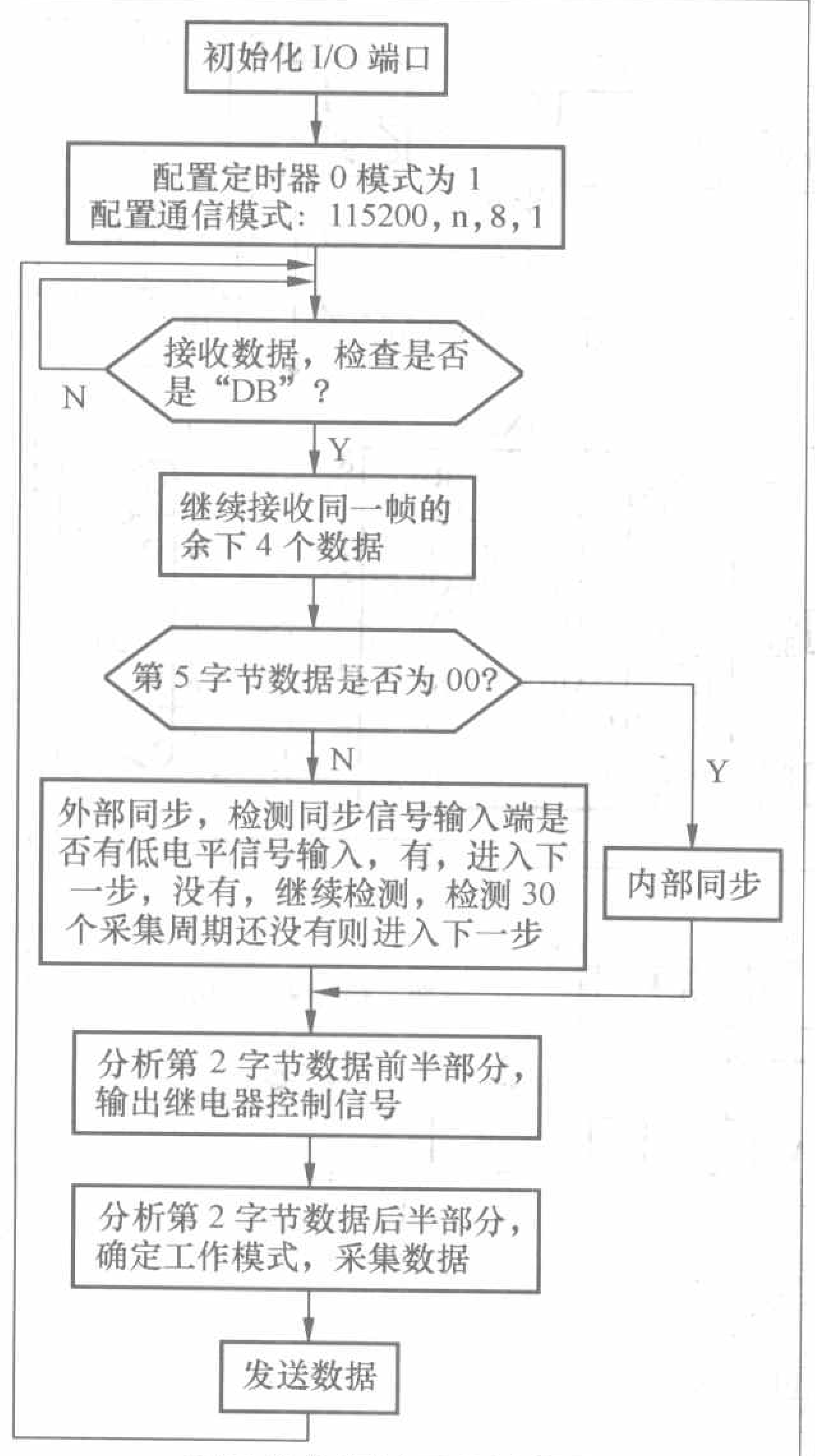


图 2 单片机的工作流程图

逻辑分析，采集速度更快，能增加逻辑分析时的输入通道数目。

根据数据传输协议确定单片机工作流程见图 2。

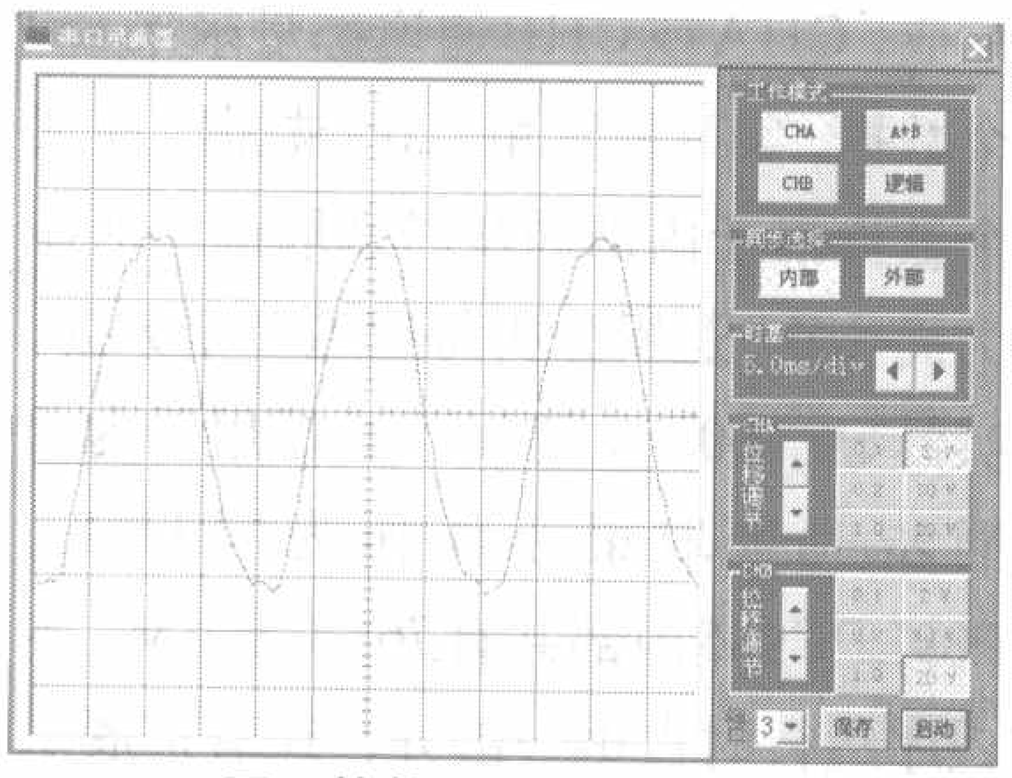


图 3 软件运行时的界面

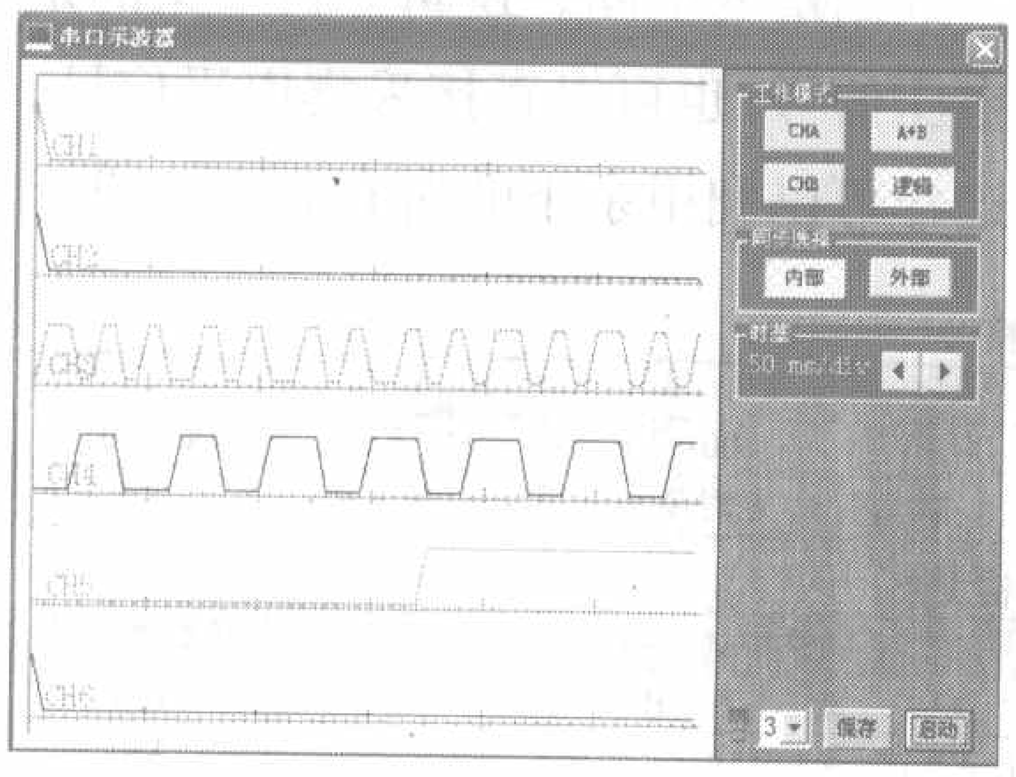


图 4 逻辑分析界面

三、软件界面与使用

电路中用于处理数据和显示波形的软件用 VB 编写，运行后界面见图 3。左侧是显示屏，双击显示屏会弹出选择背景颜色的对话框，可任意改变背景颜色。右侧是操作面板，工作模式框内有 4 个选择按钮，默认“CHA”有效；同步选择框内有 2 个选择按钮，默认“内部”有效；时基框内有调节时基的按钮，同时显示当前水平每格代表的时间；CHA、CHB 框内位移调节按钮可以把波形向上或向下平移 1~3 格，电压选择按钮设定输入信号挡位，0.2V、2V、20V 挡位与输入信号挡位调节对应，0.1V、1V、10V 挡位只是将实际档位输入信号数据放大 2 倍，属“数字变挡”。端口选择设定为虚拟示波器与电脑连接串口对应的编号，一般为 1 或 2，其他编号多是由 USB 或 PCI 等接口转换过来的。选择不存在的端口启动时会提示端口不存在，选择错误的端口会没有通信数据返回，软件弹出对话框提示检查设备连接是否正常，设备电源是否打开。“保存”按钮的作用是把显示波形存为图像（.bmp）文件，以备以后察看。“启动”按钮是切换按钮，点击在“启动”和“暂停”间切换。要退出程序，直接点击右上角的 X。逻辑分析模式时软件界面见图 4，消隐了不用的通道 CHA、CHB 调节界面，屏幕背景取消了电压坐标轴，只有 6 个时间坐标轴。

图 5

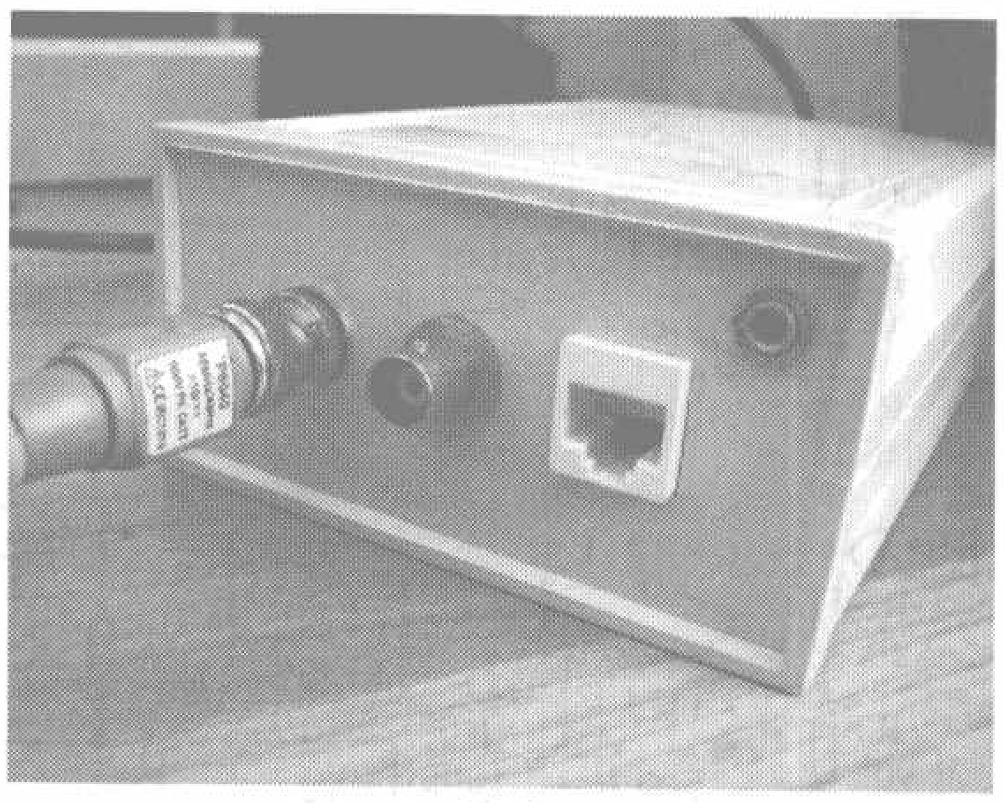


图 6

四、组装与调试

电路制作完成后，装入合适的塑料盒内，前面板安装钮子开关、LED 指示灯和串口 DB9 座，见图 5。后面板安装 2 个 BNC 插座用于 CHA、CHB 信号输入，1 个 RJ45 插座用于逻辑信号输入，1 个 ϕ3.5 插座用于输入外部同步信号，见图 6。和微机串口间连接线只需对应接 2、3、5 脚 3 根线即可。

继电器切换挡位的缺点是耗电大，这样做是想让大家体验一下微机通过单片机实现控制功能的办法。单片机芯片最好有插座，方便改写升级程序，在安装单片机芯片前先给电路板通电，仔细调整好 3V 电源。和微机连线后，打开虚拟示波器电源，接输入信号，运行软件，调节好操作面板各选项，点击“启动”按钮，就可以看到输入信号的波形了。VB 程序中使用了部分控件，在没安装 VB 的微机上单独运行可执行文件时会提示找不到这些控件，这时要进行软件的安装，安装软件时最好退出其他运行程序。本期配刊光盘中有安装软件及其 VB 源程序，还有单片机源程序和印制板图。

欢迎访问
无线电技术论坛
www.radio.com.cn/bbs/
——无线电爱好者的网上乐园

装一台节电型电脑

文/张越仁

当你看到这一题目时，心里可能会问，节电型电脑的性能会怎样？一定不会很高吧！有这样疑问的朋友一定不在少数。没错，影响电脑性能的最主要部件就是CPU，而且世界上生产CPU的两大巨头Intel公司和AMD公司为了提高CPU的处理能力争相提高CPU的频率和二级缓存，CPU的功耗也不断增大。到目前为止，已有不少高端版本的CPU功耗已达到了恐怖的100W以上。由于CPU的高功耗和高发热量，必须为它配置一个硕大的散热片和一个高速风扇（如图1、图2所示），及时散去它所发出的热量，以保障CPU的正常工作。高速风扇产生嗡嗡噪声也非常令人烦恼和无奈！能不能装一台既省电而且性能又比较高的电脑呢？回答是肯定的。现在笔者就教你装一台节电型电脑，使你既享受到高性能电脑带来的乐趣，又能为你节省资金，还符合节能要求。

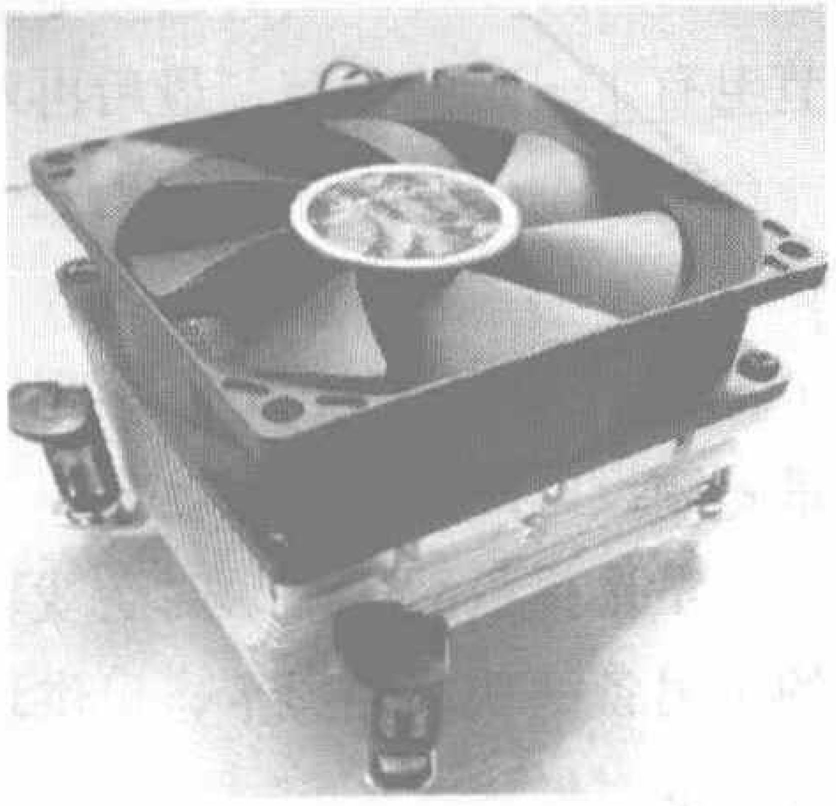


图1 P4用风扇

图2 K8用风扇

电脑要节电首先解决的是CPU。从目前来看，P4 3G和AMD3000+这两款CPU会被多数装机的朋友所看好。但这两款CPU的耗电却都不小，AMD3000+相比之下功耗要小一些，但也达到了67W之多，而Intel的P4 3G的功耗就更大一些。令人欣慰的是目前在网络上销售一种移动版本的CPU功耗却很小，可达到我们节电的目的。这种移动版本的CPU可分两大类：一类AMD系列，另一类是Intel系列。它们共同的特点就是使用电压低、功耗小、有着极强的超频能力。除此之外在价格方面亦有优势，与桌面版本同等频率的CPU相比较价格要便宜不少，这也是我们大多数工薪阶层的DIY朋友所渴望的。

移动版本的CPU种类繁多，Intel系列有P4M、C4M。AMD系列有闪龙、速龙和炫龙。目前还有Intel的酷睿系列，其功耗较低、性能优秀，但其高昂的价格却让我们DIY朋友望而却步。下面我们本着节电、性能高、价格低廉的原则推荐以下两款移动版本CPU，供大家参考。

1. 速龙移动版本CPU（如图3所示）

版本编号：AMD3000BKX4LB
工艺制程：90nm
功耗：35W
电压：1.35V
频率：3000+(200 × 10=2G)
二级缓存：512K
754针脚，64位。

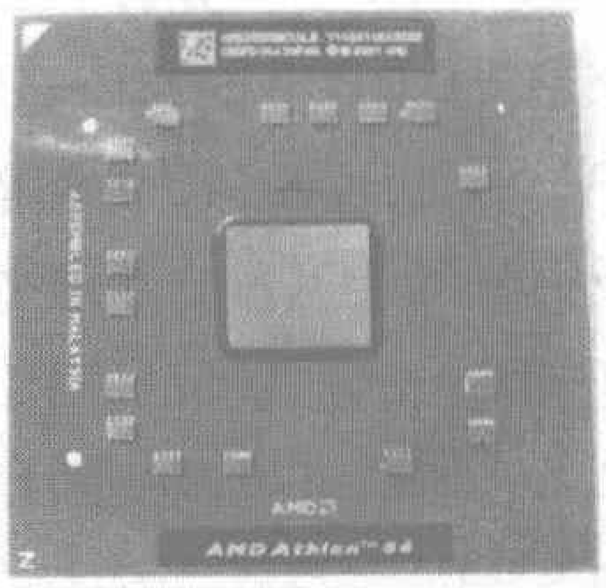


图3

2. P4M移动版本CPU（如图4所示）

版本编号：SL6VB
工艺制程：130nm
功耗：35W
电压：1.35V
频率：2.2G
二级缓存：512K
478针脚，32位。

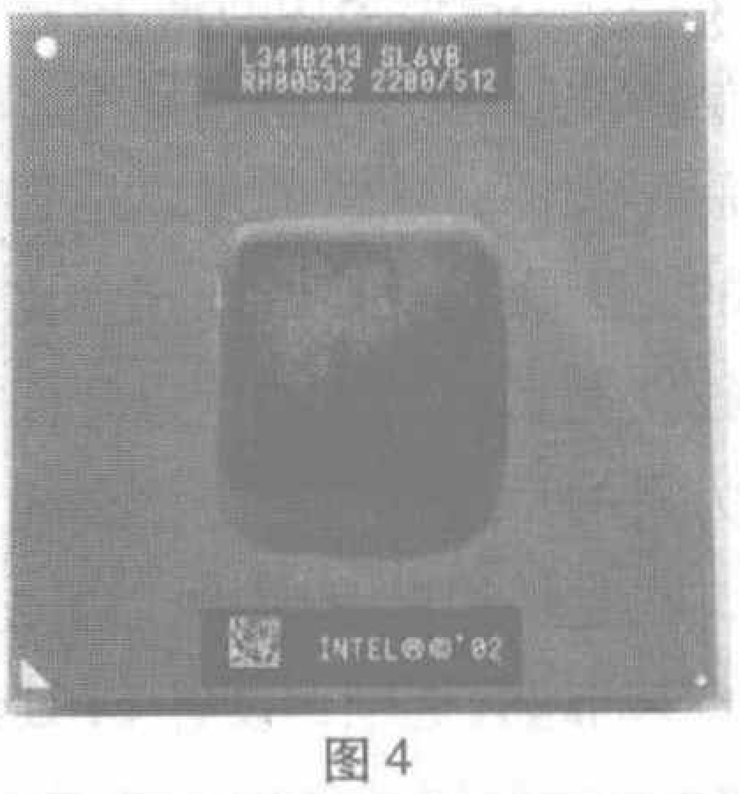


图4

以上两款移动版CPU都属于低电压版本的，功耗很小，实际使用电压均可降至1.1V而仍能正常启动和运行。这时CPU的温度显示只有三十七八度(室温二十五度时)。如不运行大型软件则可降低CPU风扇的转速，这

样可有效地降低噪声。具体做法就是将CPU风扇的电源引线断开(CPU风扇引出线共有三条,不要剪断其黄线,要断开其中黑线或红线均可),然后串入一只100欧姆2W的可调电阻并固定在机箱的后板上,调节电阻就可以改变CPU风扇的转速了。

接下来我们再了解一下移动版本的CPU与台式机的主板相配合可能产生的问题和注意事项:

1. AMD3000BKX4LB

这类AMD系列移动版本的CPU还包括炫龙TURION64ML-3X、闪龙系列SMS3100BQXS4C等均能和台式机主板很好的相匹配,但要选择那些BIOS里带有超频选项的(CPU的电压、频率、倍频均可以调整的),如梅捷SY-A8N4G、昂达N61G、映泰TFORCE6100等。这类主板不但能很好的支持移动版本的CPU,直接配合应用而不会产生任何问题,而且还在板上集成了475M核心频率的6100显卡芯片,能完美地支持DirectX9.0c和SM3.0技术,不仅可以满足日常工作的需求,还可以流畅运行魔兽、极品飞车、反恐等和其他一些网络游戏。如果你是个游戏发烧友,则可以另备一块PCI插座的高档显卡(这类主板均附带一个PCI Express16的插座)。当你玩大型游戏时可插入高档显卡,游戏结束后再拔掉,这样就可以达到节电的目的。因为板载显卡一定会比同档次的独立显卡要省电,所以我们要以节电为目的尽量选择那带板载显卡的主板。在整机组装完成后,通电先进入BIOS的超频选项:设置CPU的电压为1.1V,外频为200M,倍频为10倍(可在4~10倍之间选取)。保留设置后进入系统,你的电脑就会工作在3000+的优异性能上,此时你的电脑的耗电量却只有同类电脑的一半多点。

2. Intel系列移动版本CPU

这类CPU包括P4Ma和C4M,C4M的二级缓存为256K,性能不如P4M,在这里不作推荐。笔者推荐P4M2.2G,编号为SL6VB,D1核心。当这类移动版本CPU和台式机主板相配合时会产生一些其他问题。如CPU的倍频不管原来是多少,一旦用在台式机上就会固定在12倍频上。电压也会被自动调节到1.575V。调节外频时内存的频率也会按一定比例变化。所以说能很好的配合INTEL移动版本CPU的主板不是很多。笔者建议采用升技和华硕等名牌大厂的产品,如升技的IS7系列和华硕的P4P800系列。这些主板和Intel移动版本的CPU相配合就不会产生什么问题。这时可以调节主板BIOS里的选项:CPU的电压设置为1.1V,频率设置为200M,锁定PCI和AGP的频率,保留设置后退出重新启动。此刻你的电脑就会工作在2.4G上了。

3. 其他配件的选择

组装本机除了主板和CUP要按上述要求外,其他配件均可按自己的喜好去配置。值得一提的是内存条的选择,一般可选DDR400 512M的品牌内存条。如有想超频的朋友就要注意了,因为本机的超频能力极强,绝大多数的外频可超到250M以上,所以内存条也要选择DDR500以上的。如果你的主板带DRAM频率调节选项的,如梅捷SY-A8N4G等就可以非常灵活的选择内存条了。因为这类主板内存频率可以分别固定在133M、166M和200M等频率上而不受外频上下调节的影响,所以你就可以根据自己手头现有的内存而自由的选用了。建议那些爱超频的朋友,在不运行大型软件时,最好把频率恢复到原来的设置,因为超频时是很消耗电能的。此外,显示器要采用液晶的,这样有利于节电。

图5

4. 要注意CPU风扇的安装

移动版本的CPU无论是Intel还是AMD均未加装保护盖子(个别版本除外)。所以,安装风扇要非常小心,不要用力过猛,以免压碎CPU芯片。最好不要用P4或K8的专用风扇。因为这类风扇体积硕大,很沉重,弹簧扣具又很硬,必须用很大力量才能扣住,因此极容易压坏CPU的芯片。建议使用P3或毒龙等小型散热片或超频-3等风扇即可。因为移动版本的CPU发热量确实很低。另外还有一种办法,就是给移动CPU外加一个保护盖,这种保护盖子网络上也有卖的,买回后扣在CPU上。要注意的是扣盖之前要在CPU芯片上均匀的涂抹一层散热硅脂,压紧后在扣盖和CPU接触的缝隙内涂入101胶,数分钟后即可使用。

通过上面的陈述,我们已对电脑怎样节电有了一定的了解。最后再对组装一台节能型电脑总体归纳为三个要点:

(1)采用移动版本的CPU再配以一块带超频设置的台式机主板。

(2)尽量选择板载显卡,对游戏要求高的可另备一块高档显卡,只供玩大型游戏的时候才用。

(3)最后再配一台液晶显示器,因为液晶显示器的耗电量还不到普通CTR显示器的一半(相同尺寸屏幕对比),对整台电脑的节电会起很大的作用。

图5是笔者用梅捷SY-A8N4G-RL主板配以图3所示的AMD移动CPU。因功耗很小,只配K6-2型小型风扇即可正常工作。

体验 MultiSIM 9

用UltiBOARD9.0绘制电路板

文/任清褒

在电子仿真软件MultiSIM中除了用于电路虚拟仿真的MultiSIM9.0之外，还有一个与之配套的制板软件UltiBOARD9.0。UltiBOARD9.0的元件封装库品种丰富，默认的封装库中有各种针插式元件的封装品种多达2893种，另外还有贴片式元件封装品种1165种，合起来共4058种之多，它们都可以直接调用，非常方便。而Protel99SE的默认封装库PCB Footprints.lib元件封装库中仅有300多种，而且大部分还是贴片式和CPU的封装，对我们在业余条件下制板，毫无用处，不得不需要自己创建或修改元件的封装。若是在业余条件下用UltiBOARD9.0进行手工绘制电路板，只要打开它的元件封装库，一般情况下我们都可以直接从它的元件封装库选取和调用到适合的元件封装，非常方便。

除了用手工布线之外，用MultiSIM9.0设计的电路内容，还可以直接无缝链接到UltiBOARD9.0软件进行自动布线制板，下面就详细介绍这种方法。

一、UltiBOARD9.0绘制电路板界面简介

打开UltiBOARD9.0，点击主菜单“File”，在其下拉菜单中选取“New Design……”（见图1），将弹出如图2所示对话框，在“Project name”栏下输入“电路板设计”，然后再点击下方“OK”按钮，这样就在制板软件UltiBOARD9.0中创建了一个制板设计文件“电路板设计”，并进入绘制电路板界面，如图3所示。

二、自动导入电路设计内容及自动布线举例

先在MultiSIM9.0中绘制好“两级放大电路”，如图4所示。

然后点击主菜单“Transfer/ Transfer to Ultiboard ”，见图5。

这时会弹出“另存为”对话框，点击对话框下方“保存”按钮将“两级放大电路”文件保存在默认的路径EWB9下，随即系统会自动打开UltiBOARD9.0绘制电路板窗口，并弹出“设置

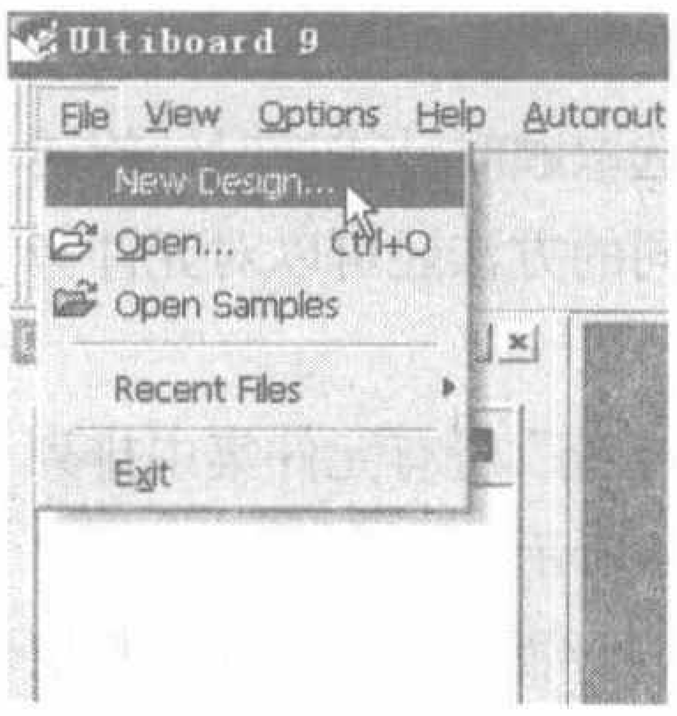


图1

图2

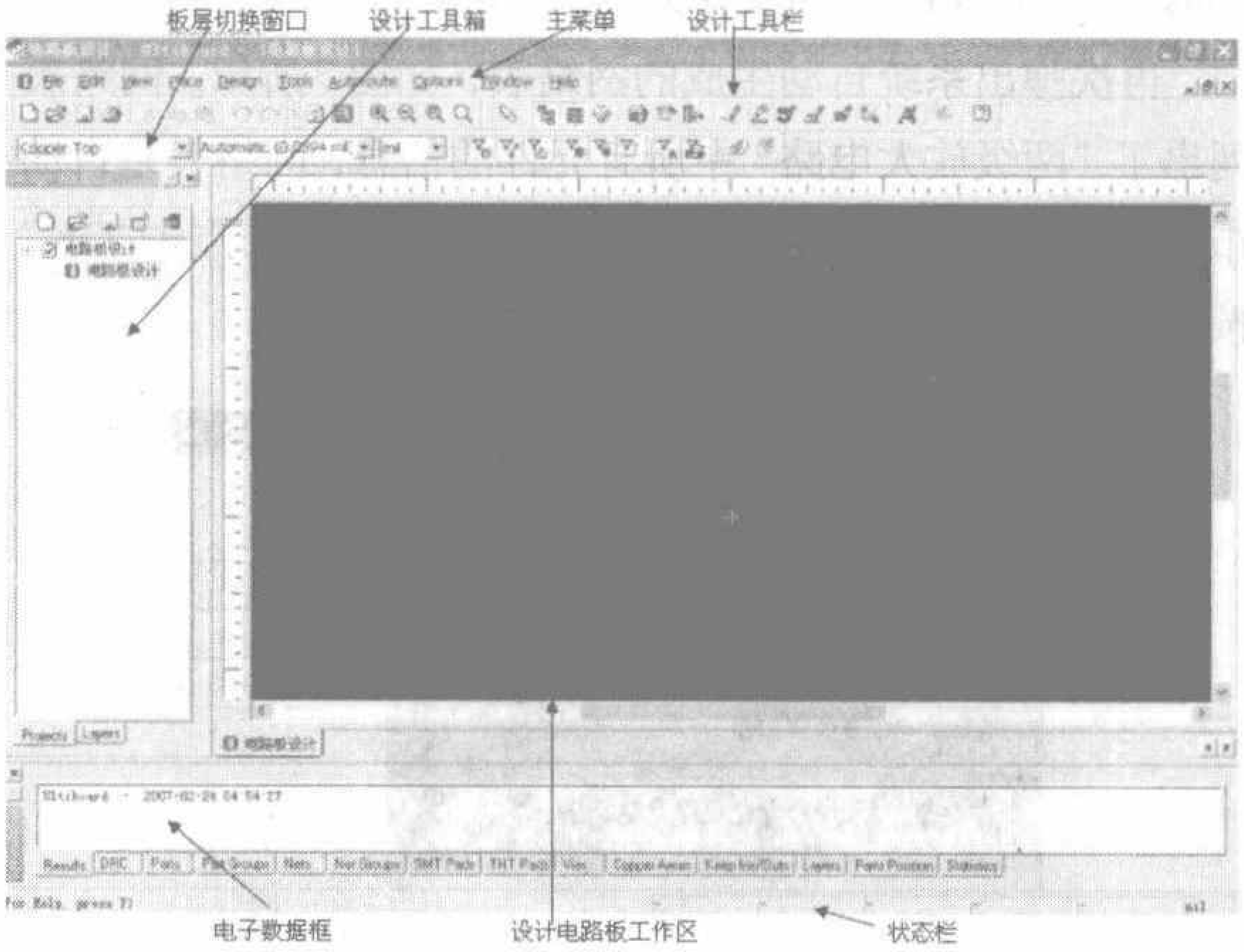


图3

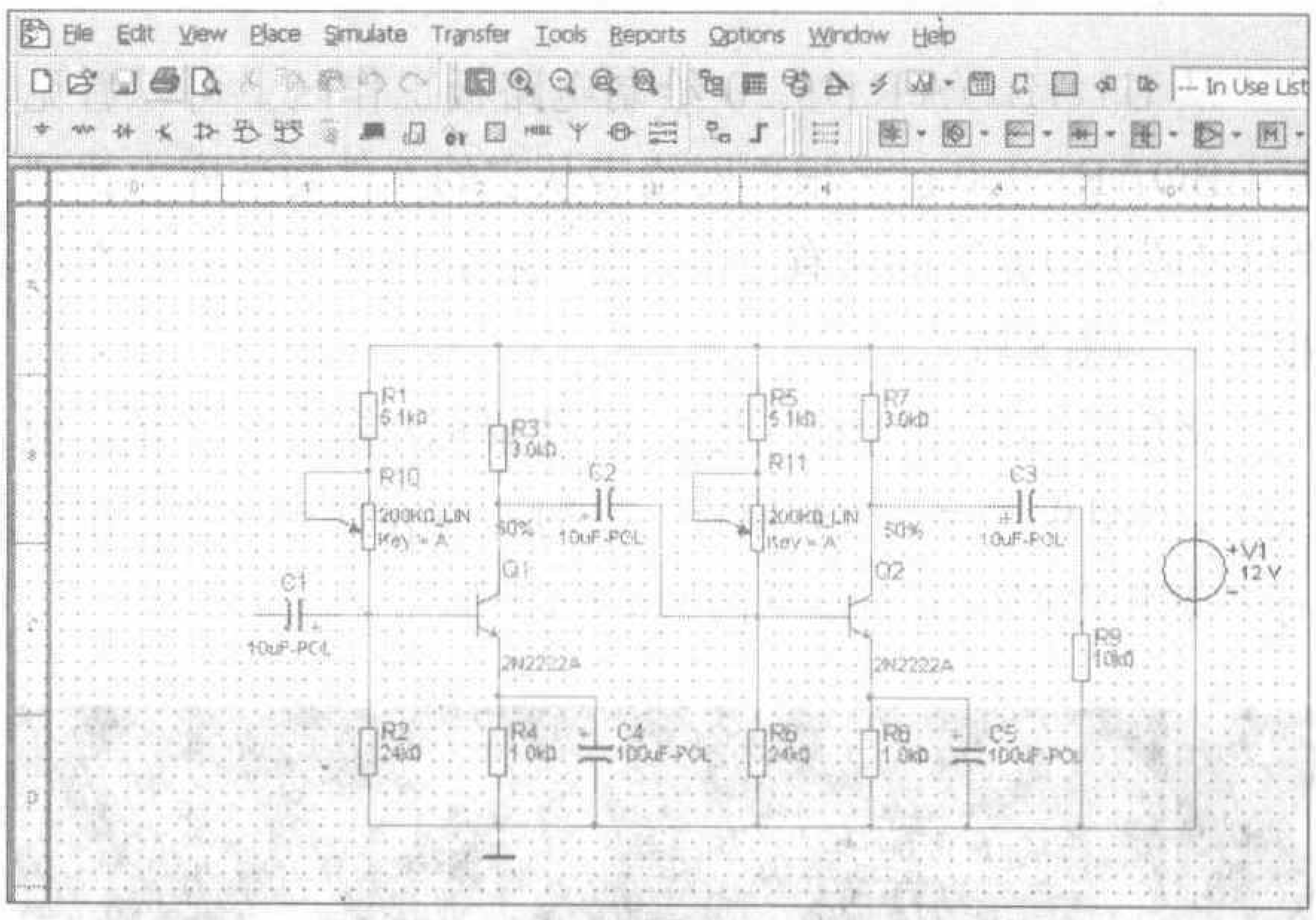


图4

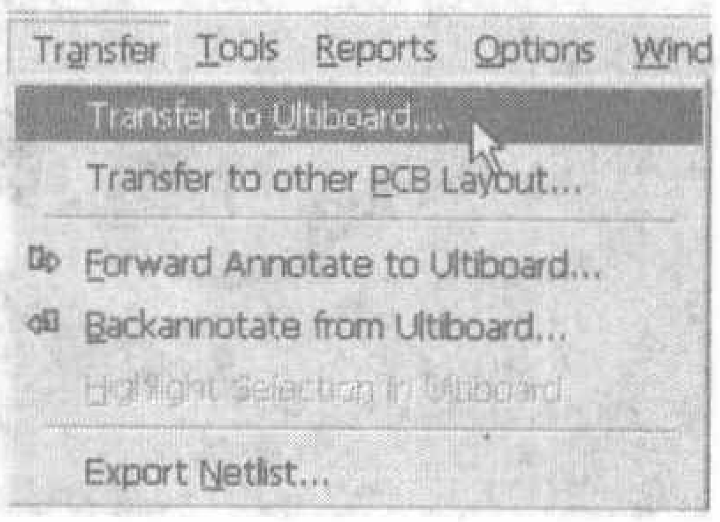


图5

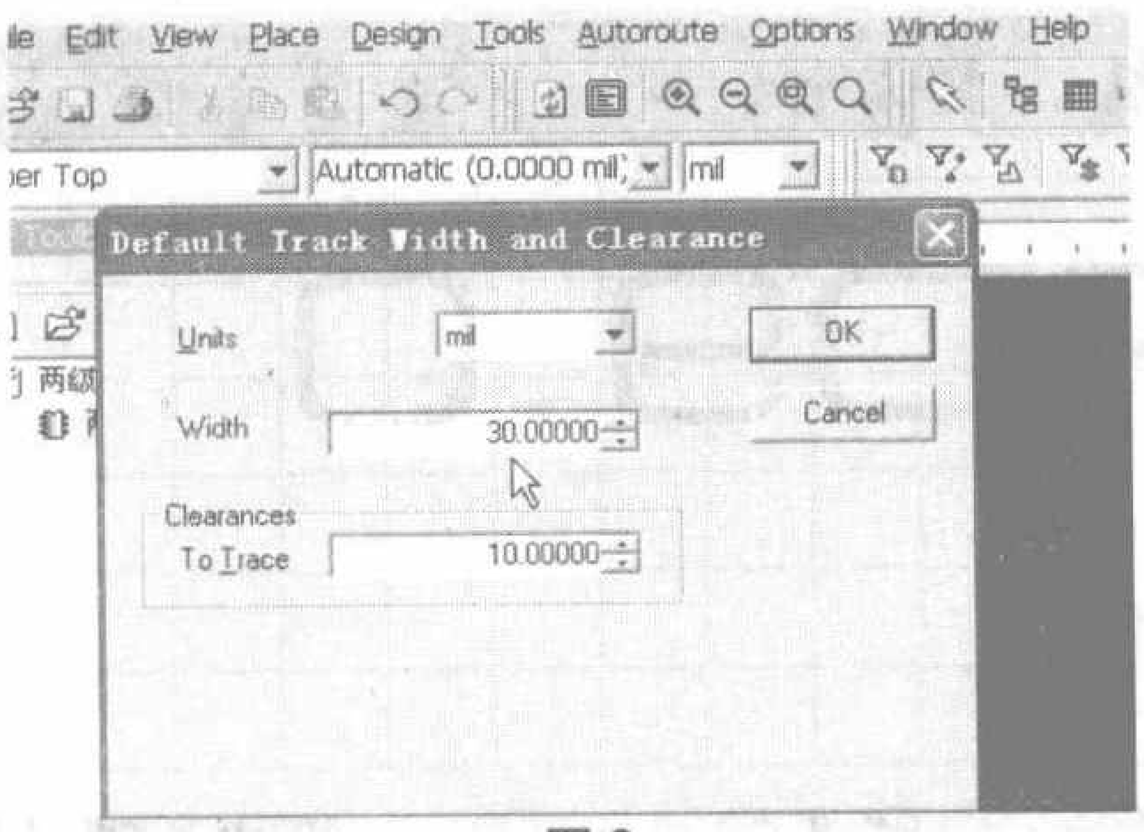


图 6

线径”对话框，如图6所示，将“Width”栏改成“30.00000” mil(因默认的线径10mil实在太细了)，再点击“OK”按钮退出。

再次弹出系统自动生成的网络表，如图7所示。网络表列出了“两级放大电路”中所有元件的信息，网络表是自动布线的依据，是从原理图链接到PCB制板的桥梁，点击“OK”按钮进入下一步。

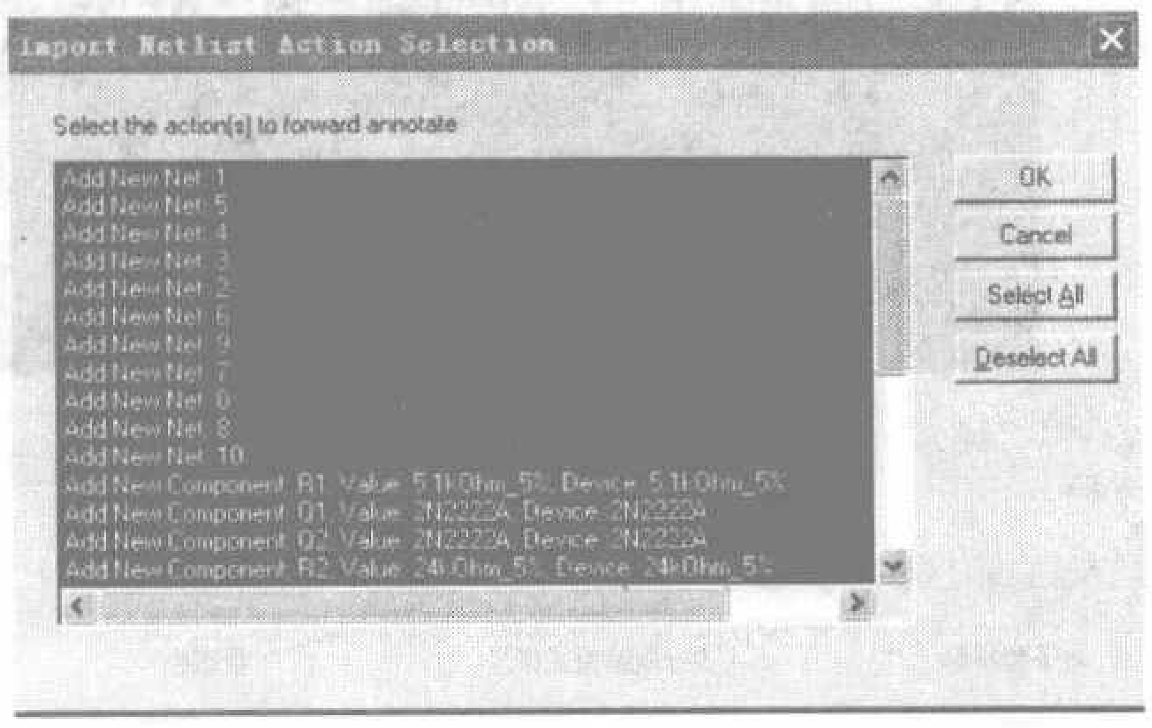


图 7

从 UltiBOARD9.0 绘制电路板工作区上可以看见 UltiBOARD9.0 已经根据网络表从它的元件封装库中找到“两级放大电路”的所有元件，并列在默认尺寸大小的布线框外，如图 8 所示。

将鼠标移到元件的左上角，按住鼠标左键向右下角拉虚线框，如图 9 所示，放开鼠标，这时所有元件被选中，用鼠标左键将它们拉入布线框内，如图 10 所示。

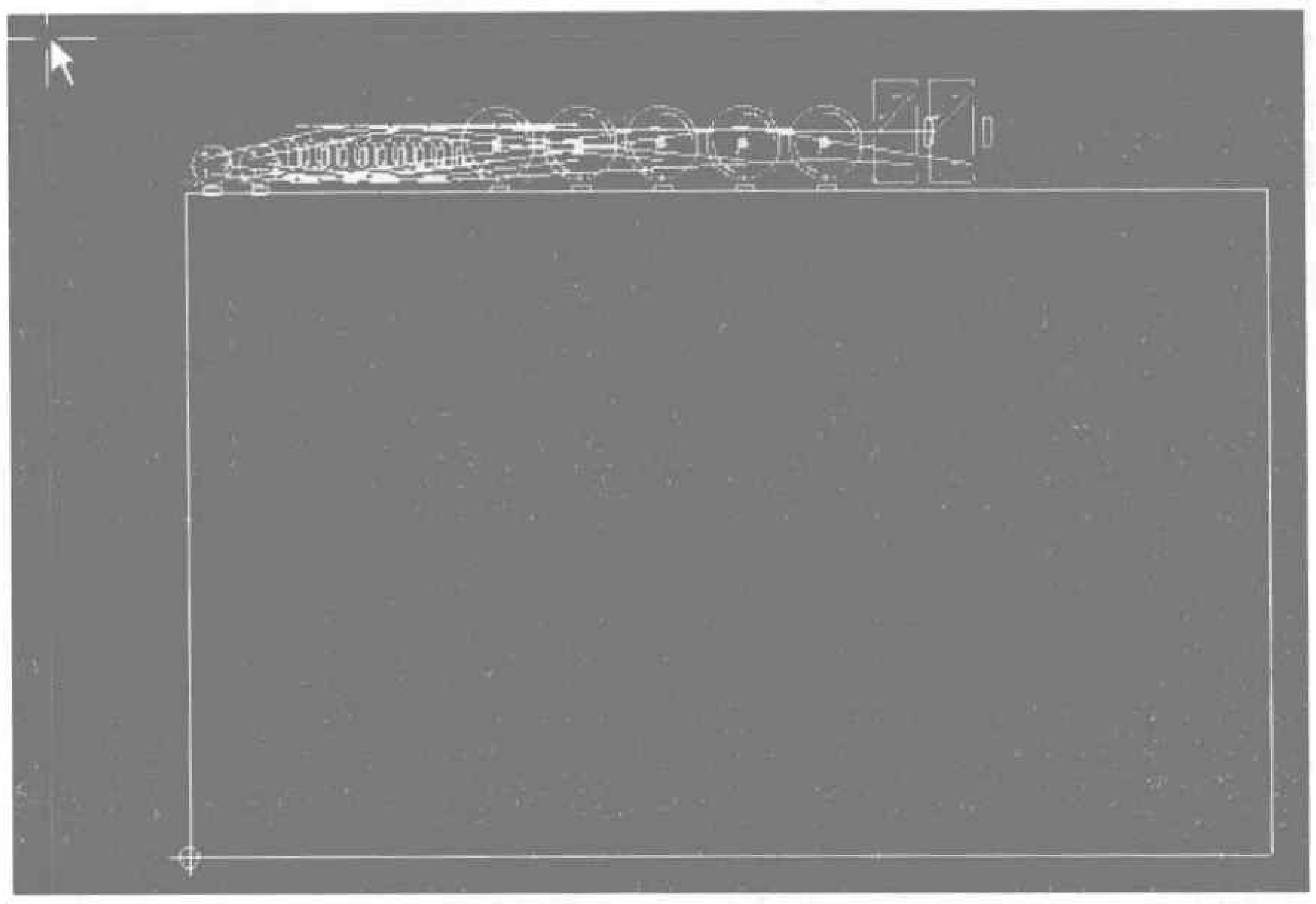


图 8

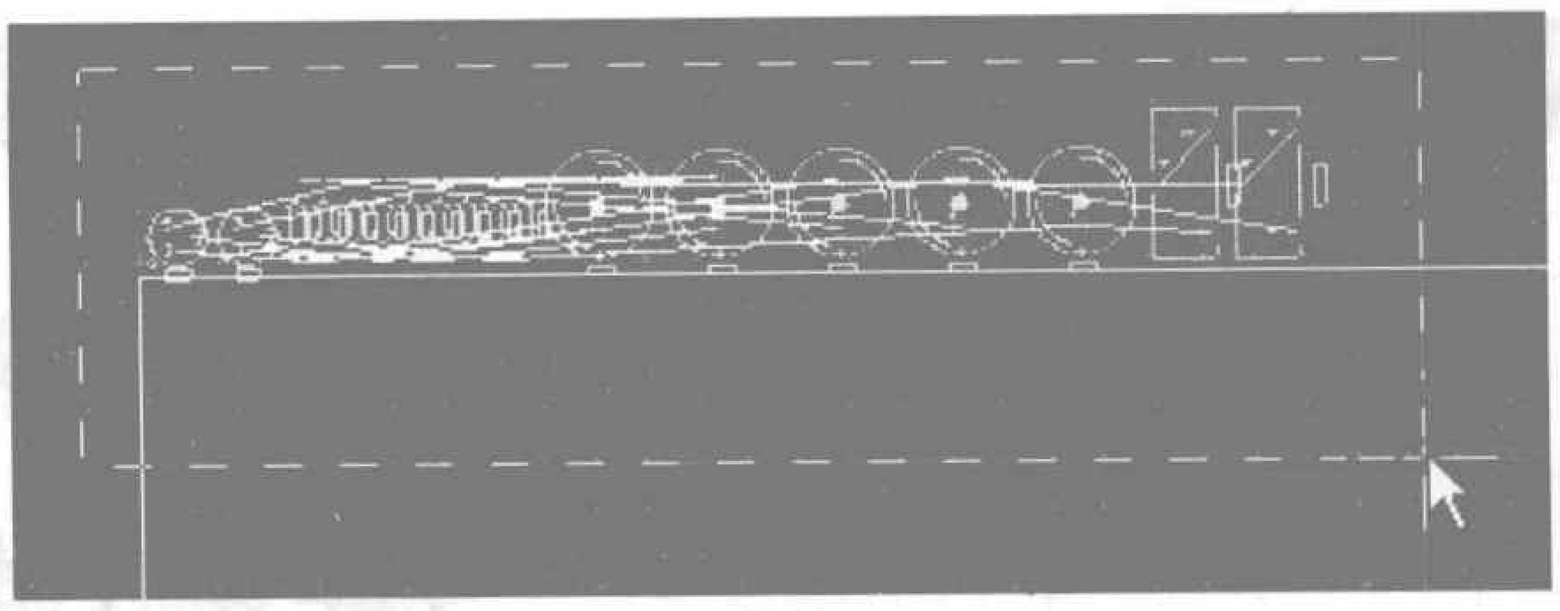


图 9

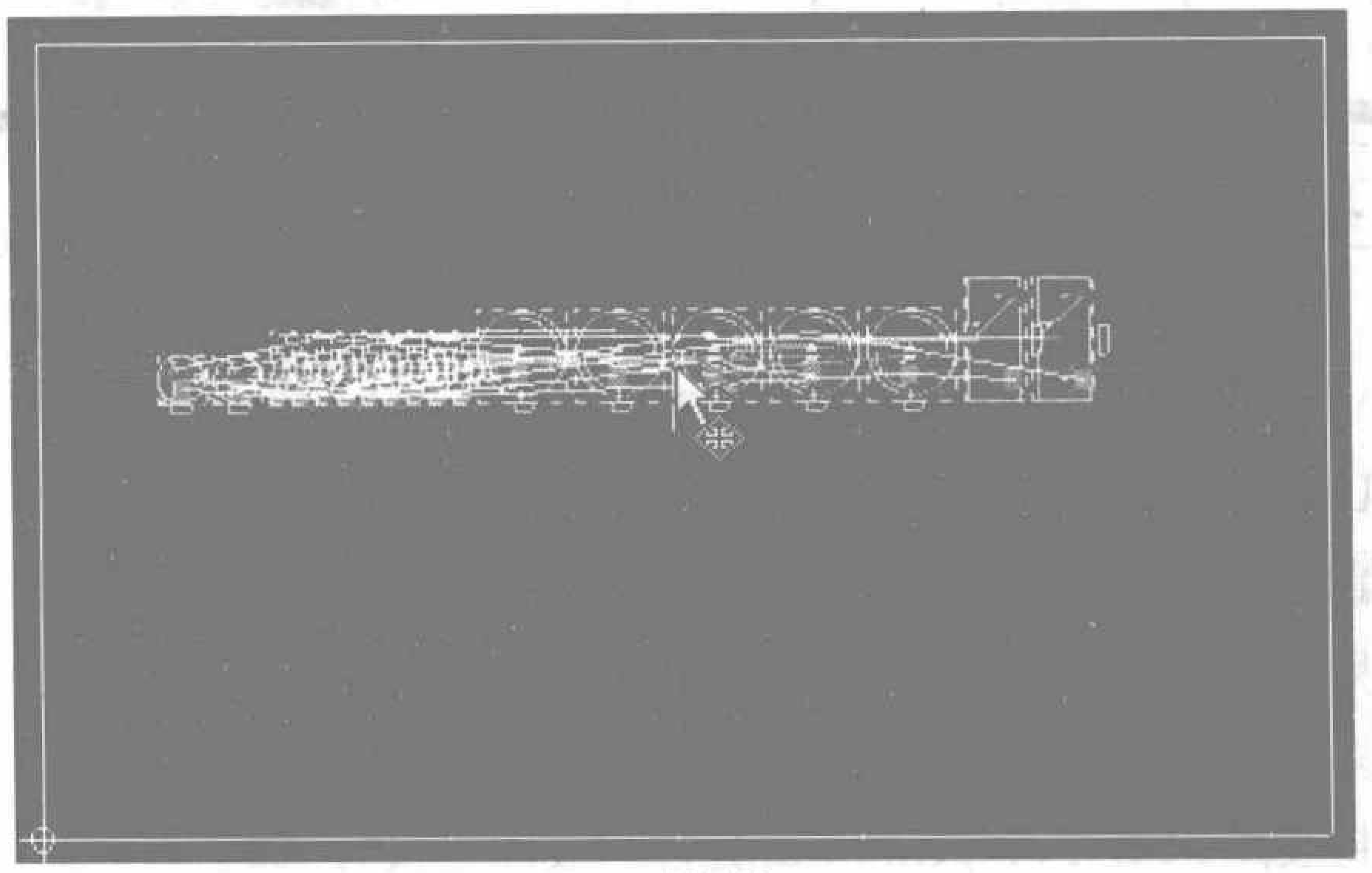


图 10

在布线框内其他位置点击鼠标左键即可撤消选中的所有元件，再用鼠标左键从元件的右下角向左上角方向拉虚线框选取某个元件，将它们逐个移开，如图11、12所示（注：可以点击“放大镜”工具适当放大图面，以看清元件标注）。

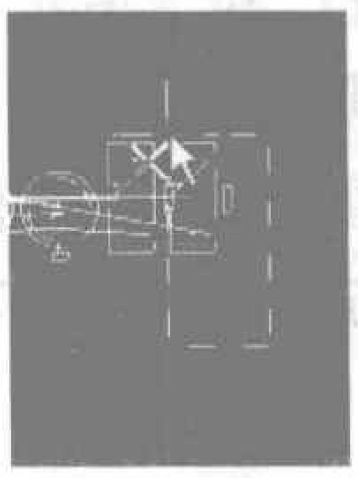


图 11

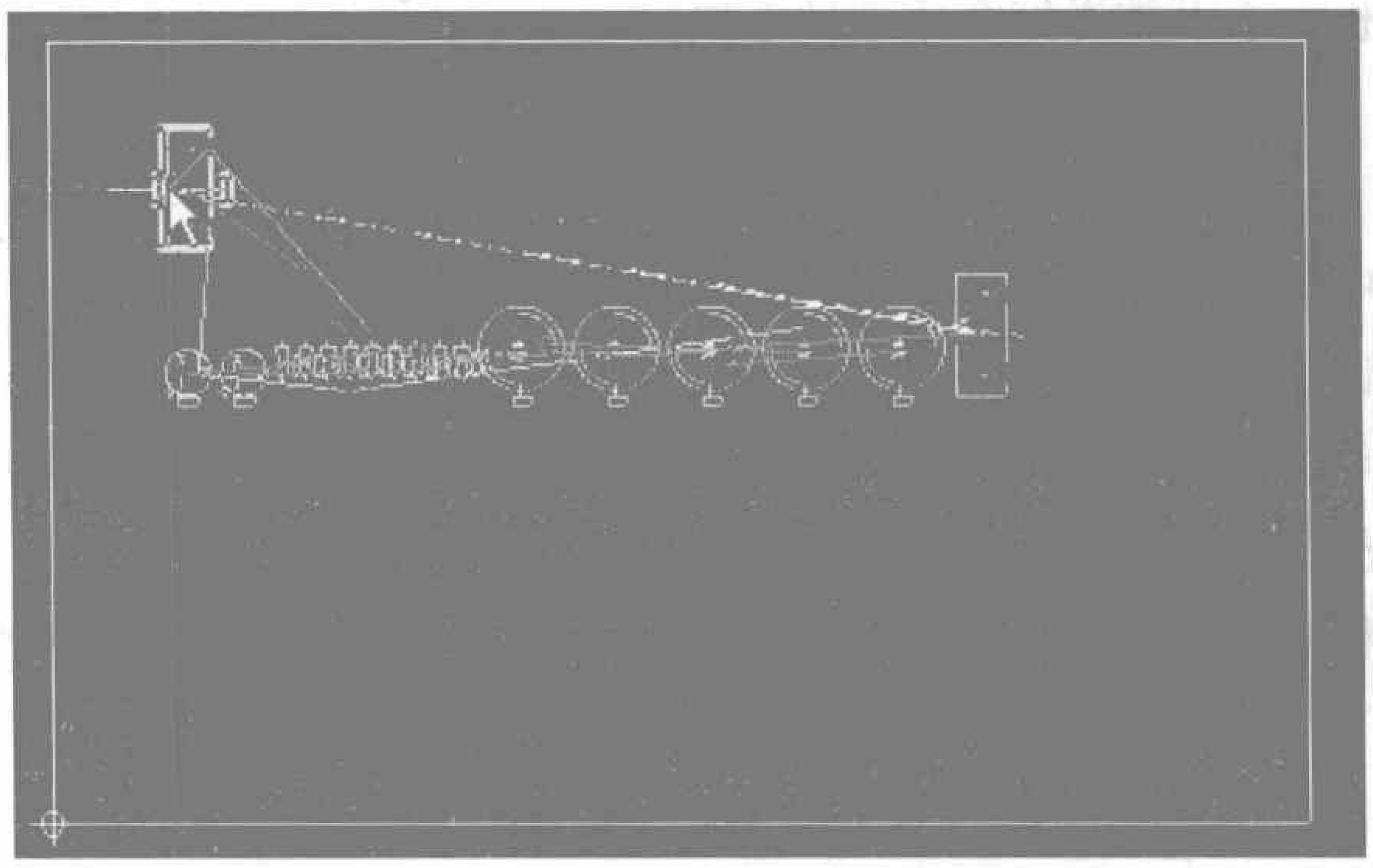


图 12

右击某个元件，将弹出如图 13 所示下拉菜单，选取“Orientation”项，可在下级菜单中选取顺时针或逆时针旋转 90°，对元件实施转向放置；用相同的方法还可以对元件旁文字标号实施转向放置。

经以上操作完成的“两级放大电路”所有元件集中排列在默认的布线框的左上角，如图 14 所示。

点击 UltiBOARD9.0 绘制电路板界面左上角“切换板层窗口”的下拉箭头(可参阅图 3)，在下拉菜单中选取“Board

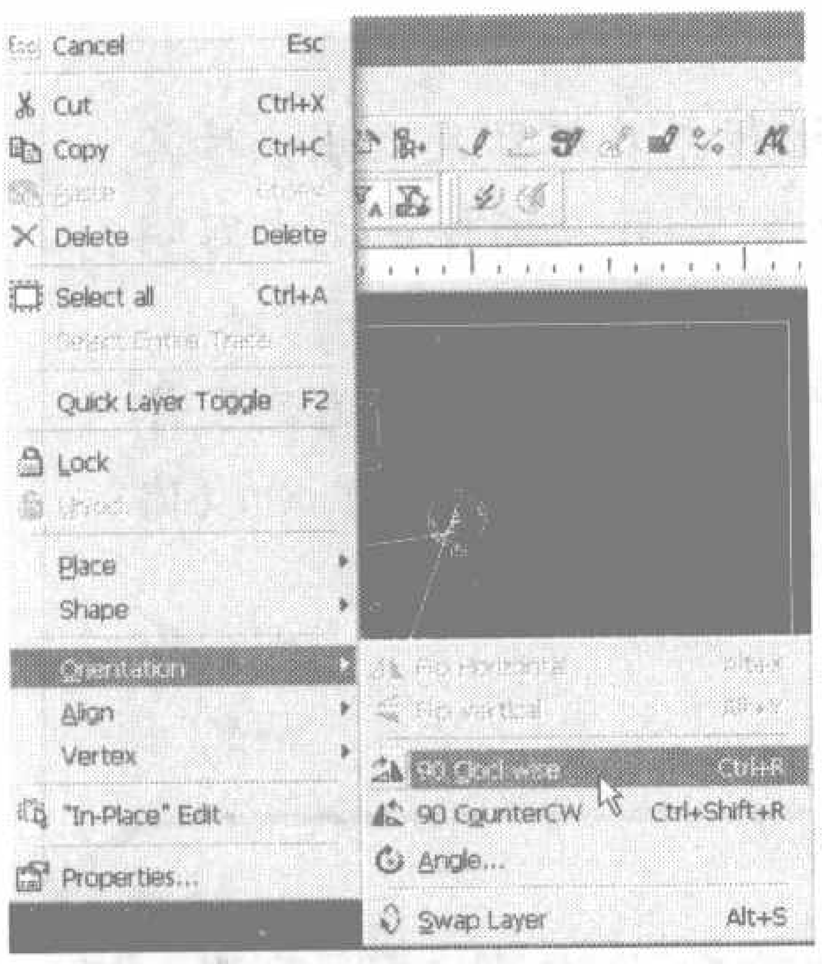


图 13

Outline”层，如图15所示。

然后用鼠标左键点击布线框，布线框被激活，呈粗黄色虚线状，再将鼠标移到布线框的右下角，鼠标呈双箭头状如图16所示；按住鼠标左键向左上角移动，将布线框缩小如图17所示，点击鼠标左键完成操作。

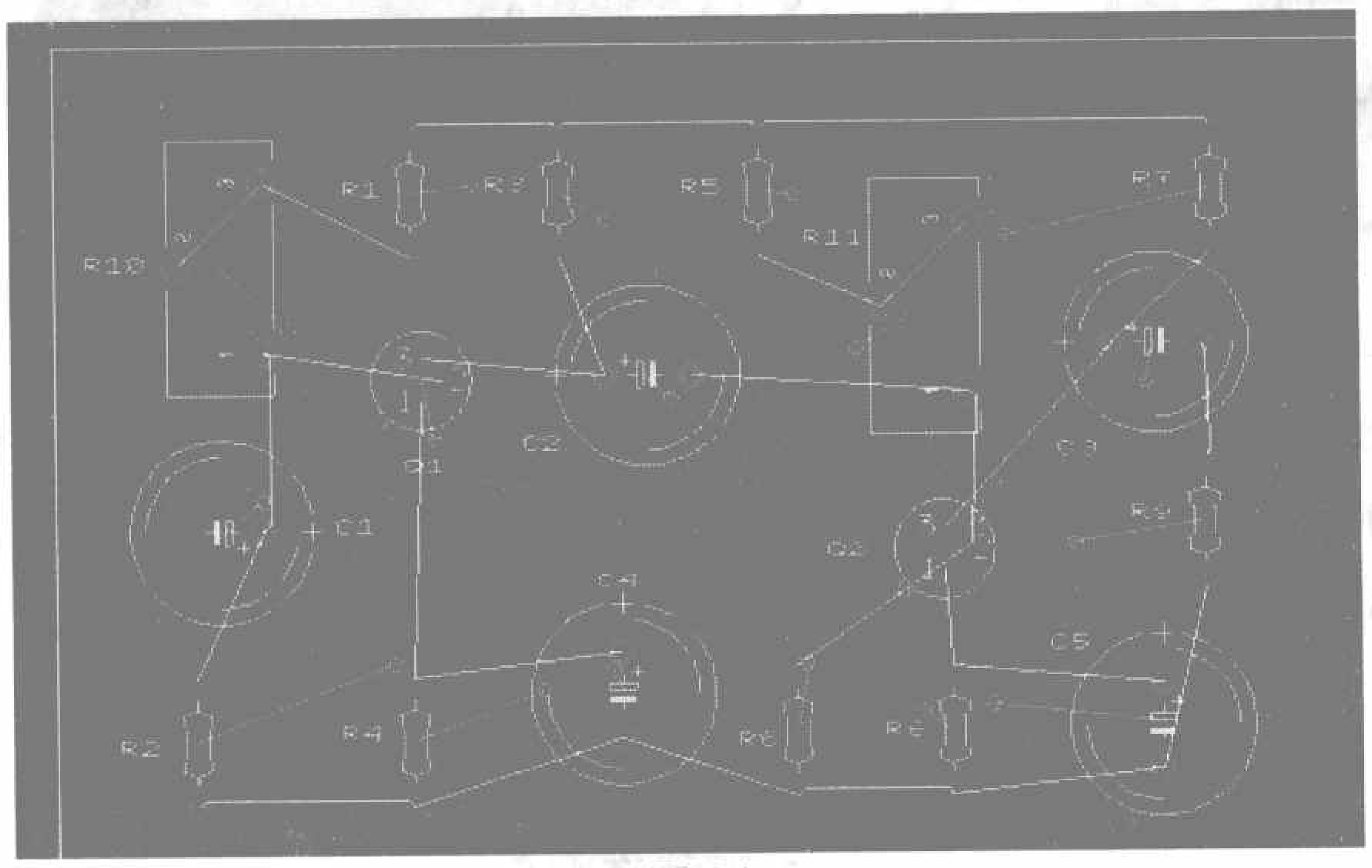


图 14

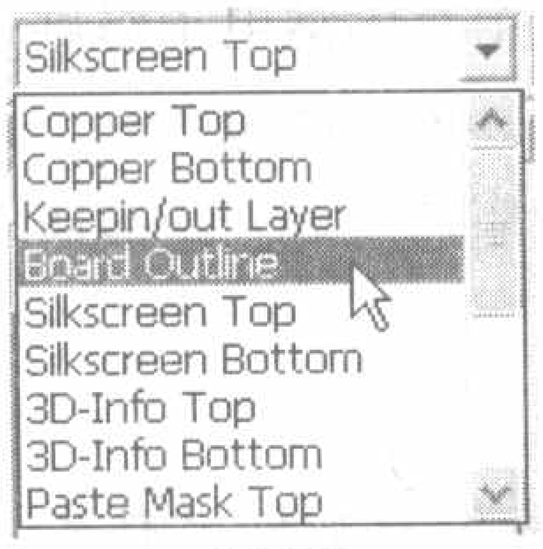


图 15

最后点击主菜单“Autoroute/Start Internal Router”，见图18，进行自动布线。完成后如图19所示，从图中可以看到所布的双面板顶层为水平绿色走线；底层为垂直红色走线，线径均为30mil。

若要观看三维立体图像，可点击主菜单“View/3D preview”，如图20所示。显示的顶、底层三维立体图像如图21所示。

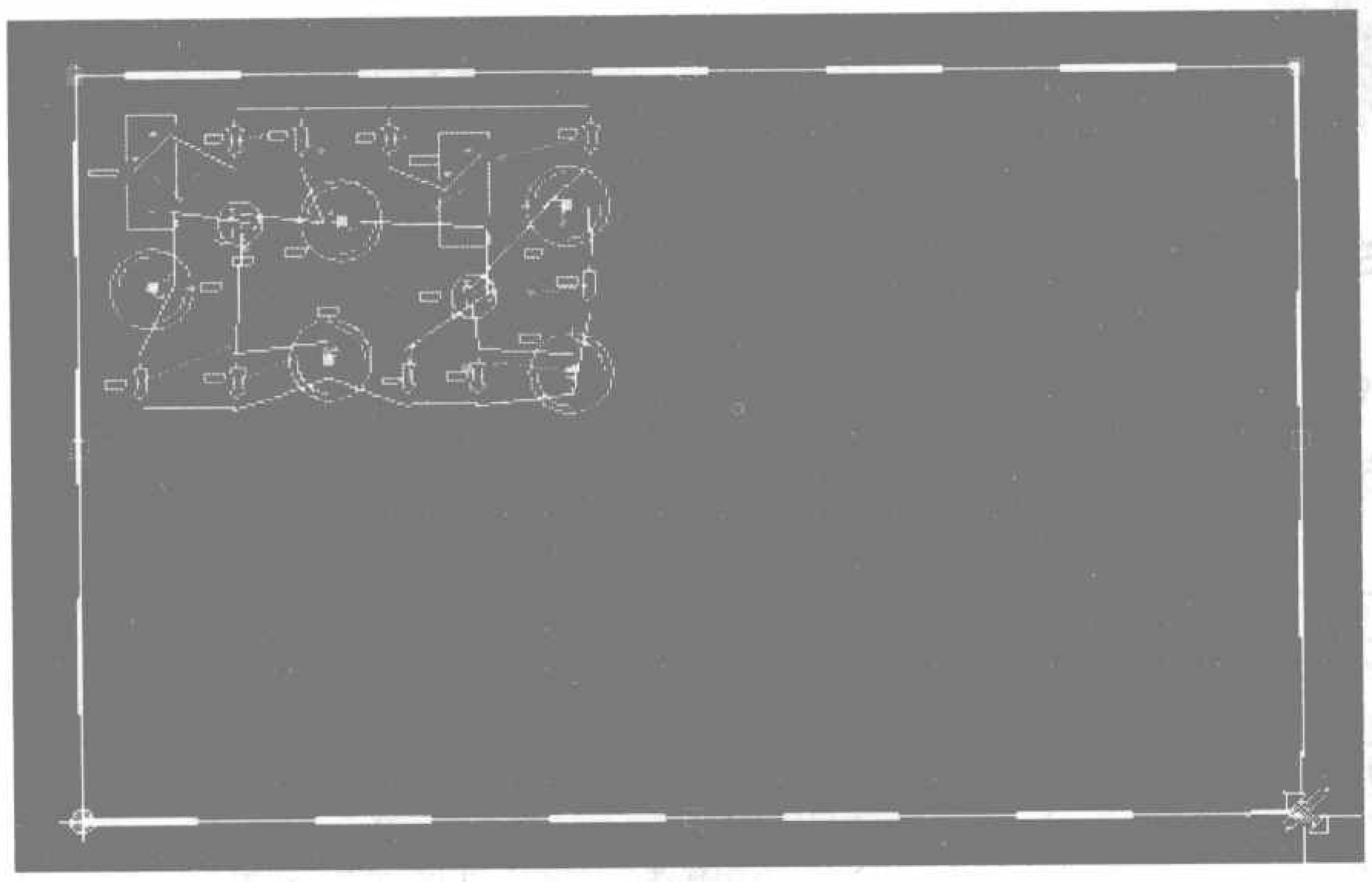


图 16

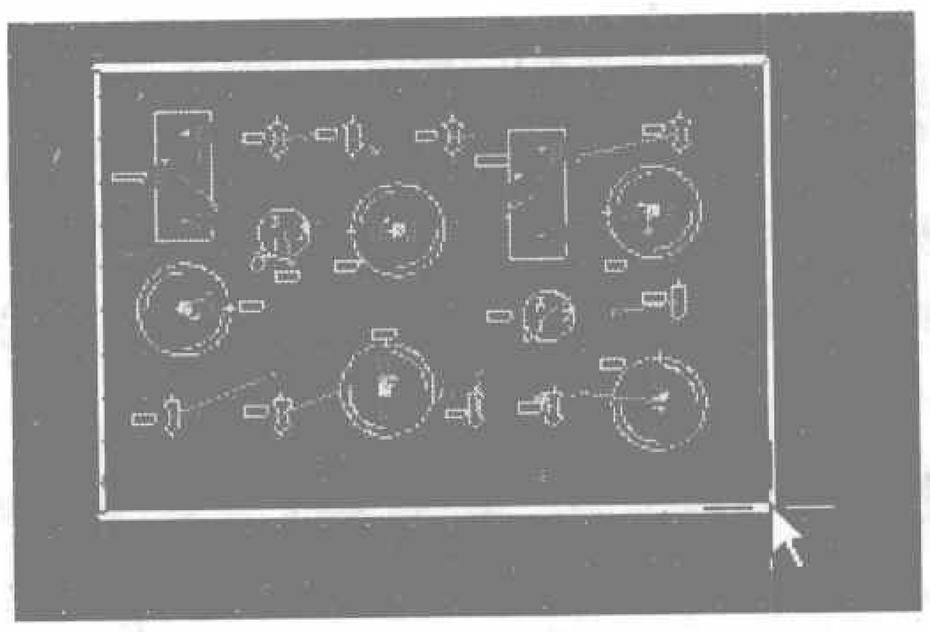


图 17

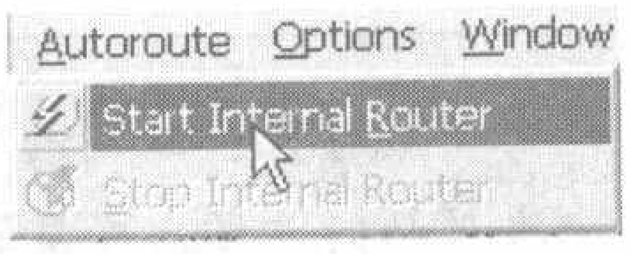


图 18

因篇幅有限无法更详尽讲述，读者可以登录www.ttlcmos.com

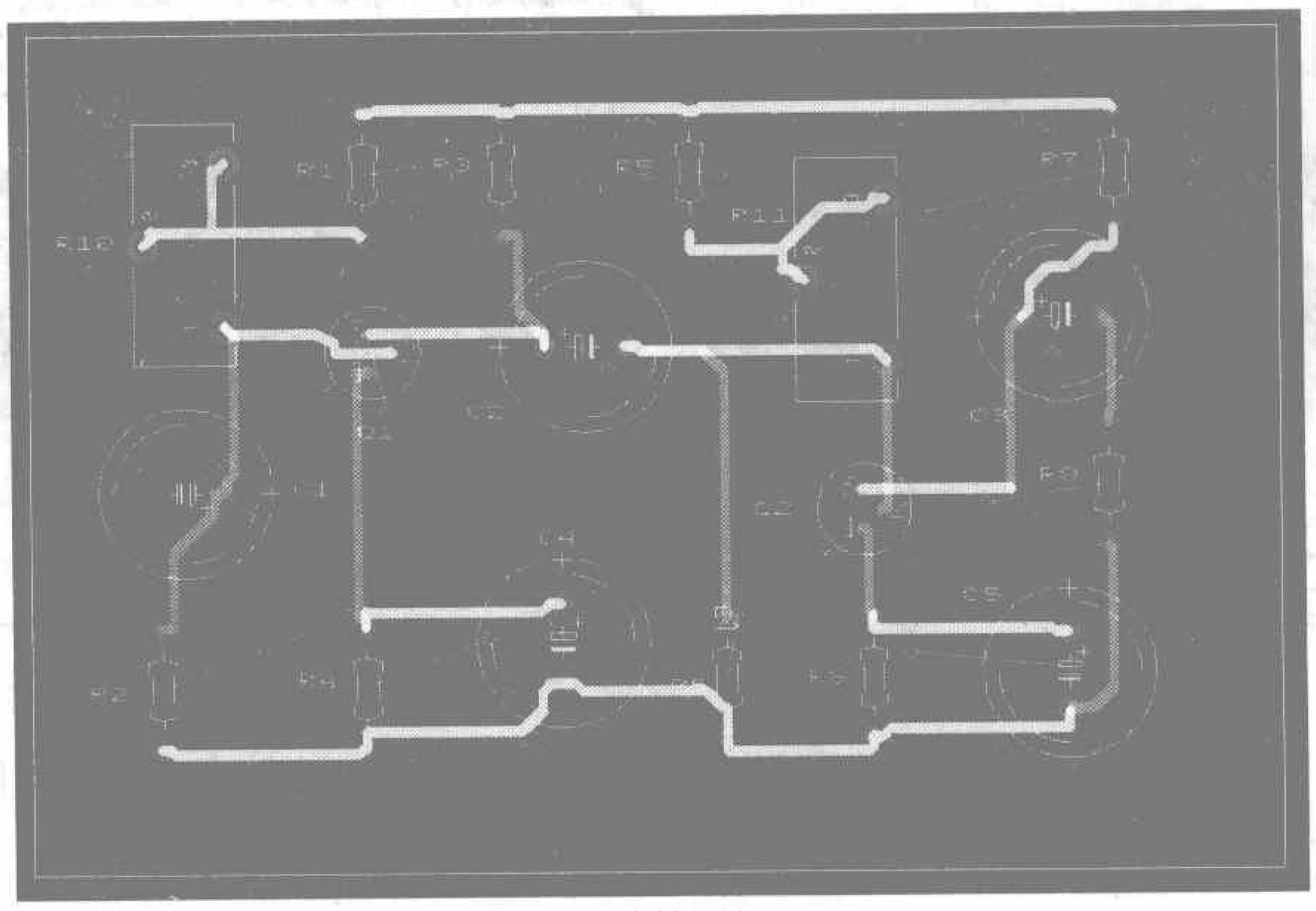


图 19

网站了解更多的内容和观看彩色图片。另外，由笔者编著的《Multisim9 计算机仿真在电子电路设计中的应用》一书已于近日出版发行，该书内容翔实，有许多MultiSIM新功能、新技术介绍。读者若有兴趣可到该网站了解详情。

为方便读者了解、学习UltiBOARD9.0，本期配刊光盘中有该软件的教育评估版试用版安装程序和详细的安装步骤，欢迎读者试用。

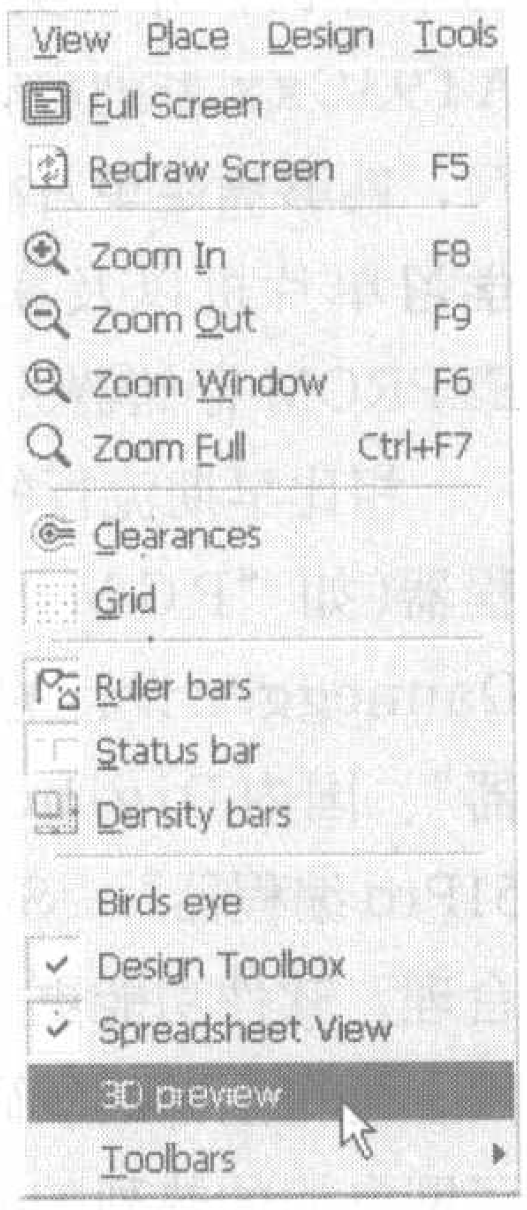


图 20

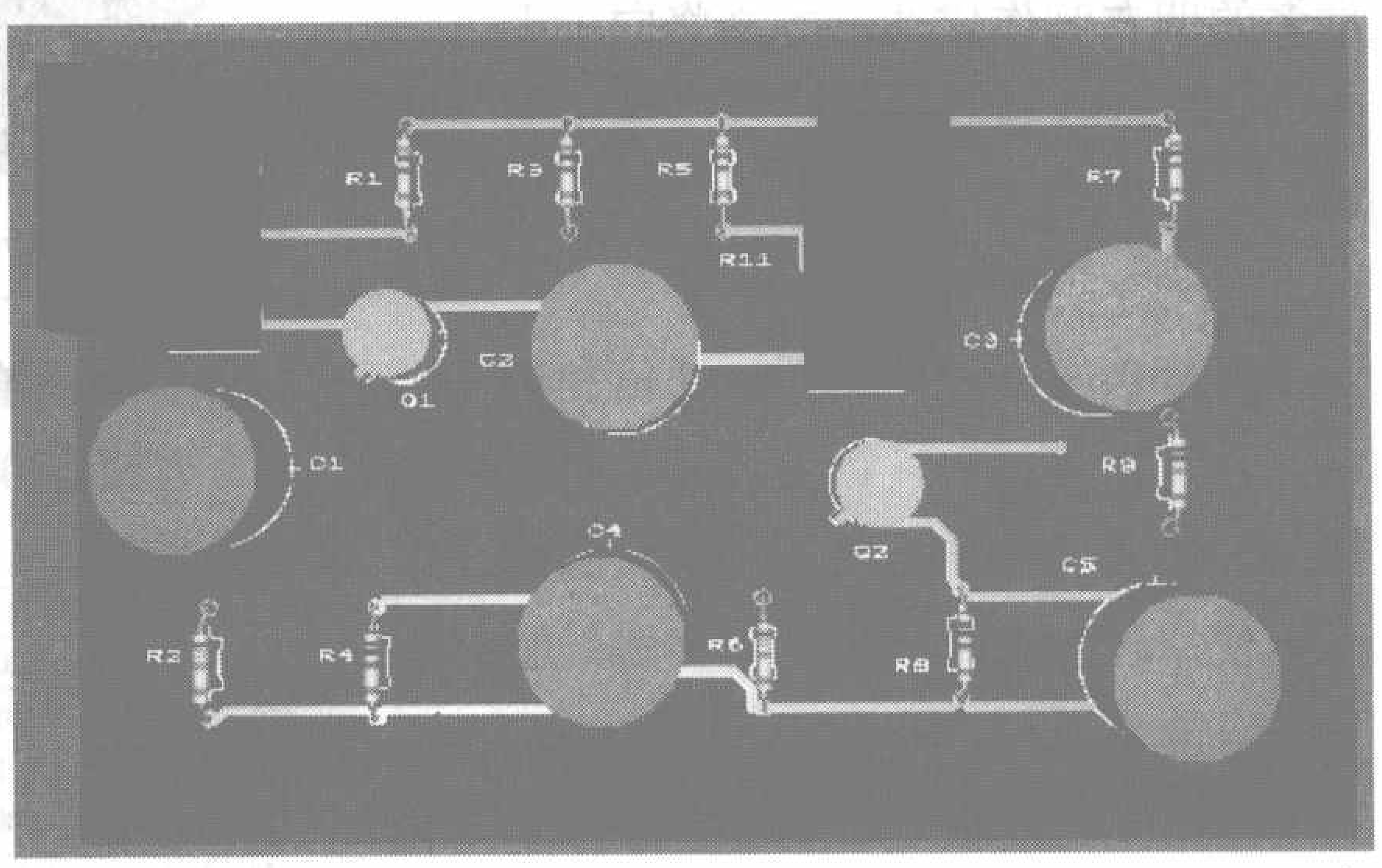


图 21

编者按： 本期的《无线电》杂志将送出50套SP180S编程器套件给本刊读者，供初学者进行单片机开发之用。对其感兴趣的读者，可发送电子邮件到radio@radio.com.cn申请，来信主题请注明"SP180S套件申请"，并在邮件正文中写明姓名、邮编、地址、单位、联系电话及索取目的。数量有限，申请从速！

为了帮助广大单片机爱好者制作与使用该编程器，伟纳单片机网站专门为之开设了一个论坛，如果读者遇到了什么问题，都可以到此进行咨询与交流，伟纳电子有工程师负责解答技术方面的问题。伟纳的网址是：www.mcusj.com（伟纳单片机世界）或www.willar.com（伟纳电子网）。在此，感谢伟纳电子对本期赠送套件活动的大力支持！

第5期LM4780、ON9668样片获赠名单见本刊网站：www.radio.com.cn。

单片机开发工具DIY

伟纳SP180S编程器制作

文/伟纳电子

SP180S是由深圳伟纳电子开发的一款USB接口微型编程器，目前可以支持Atmel公司常用的AT89C、AT89S系列、SST系列和部分AVR系列单片机，并可支持AT24Cxx、AT93Cxx系列串行EEPROM的烧写，能够满足单片机初学者和爱好者学习单片机以及家电维修人员烧写EEPROM存储器的要求。

相比早期流行的各种DIY版的编程器(如"PGM89"、德国Peter Dannegger设计的"51/AVR编程器"、国内Digiboy设计的"Easy 51Pro编程器")，SP180S硬件设计更合理，软件功能更完善。伟纳电子在网上公布全部的软硬件资料后，得到了网友们的热烈响应，目前已经有非常多的朋友制作成功。本文将向读者介绍SP180S及其制作过程、使用方法。

一、性能特点

SP180S使用USB端口通信和供电，即插即用。仅一个40针万能锁紧插座，所有器件全部以第一脚对齐插入，使用过程中无需切换任何跳线和开关，非常方便。

有电源和编程状态指示灯，可直观了解编程器当前状态。编程过程中的芯片判别、擦除、烧写、校验各种操作完全由编程器上的监控芯片控制，不受PC配置及其主频的影响，性能稳定可靠，烧写速度快，实测烧写一片8K的AT89S52仅需要4s，烧写加校验约6s。

SP180S拥有功能非常完善的控制软件，如自动编程、完善的缓冲区编辑功能、自动序列号、多语言切换等。

图1是采用伟纳提供的DIY套件制作好的SP180S，其体积小巧，仅一张名片大小，携带非常方便。

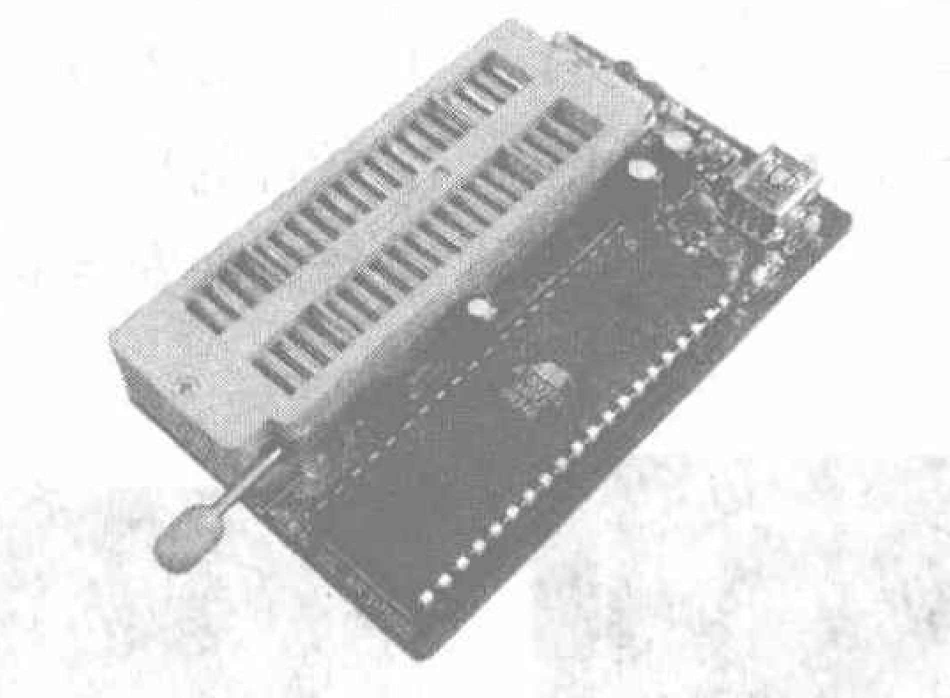


图1 SP180S编程器

二、原理简单说明

图2为SP180S编程器系统控制部分，其中U1是监控芯片AT89S52，ZIF是40脚的万能锁紧插座。图3是5V到12V的升压电路，用于产生编程所需的VPP电压。图4是USB通信部分。

三、制作步骤

1.下载资料包

本期配刊光盘中有伟纳电子提供的SP180S资料包，该资料包是一个ZIP的压缩包，解压后会得到附表所示文件。

2.元器件准备

元器件清单请参看文件"伟纳SP180S USB编程器制作.pdf"，根据清单准备相应的电子元器件，另外大家还必须采购一块万用PCB，用于元器件的搭接。如果有条件的话可以使用感光板进行制作，或者干脆将设计好的PCB文件资料交给PCB厂家定制。另外伟纳电子为了方便广大单片机爱好者自制，也提供了相应的套件。本期赠送的套件已含全套元器件和PCB。

3.焊接元器件

附表

SP180S_SCH_USB_V11.pdf	USB通信版原理图
SP180S_Firmware_V201.hex	监控程序
SP180S_Sorfware_setup.exe	控制软件，V1.0版
SP180S_BOM_USB_V10.pdf	元器件清单
wd_pl2303h-hx-x_setup.exe	USB驱动程序
伟纳SP180S USB编程器制作.pdf	SP180S编程器制作说明，内附元器件清单
SP180S USB编程器DIY套件装配流程图解.pdf	用图片说明SP180S USB编程器的装配步骤

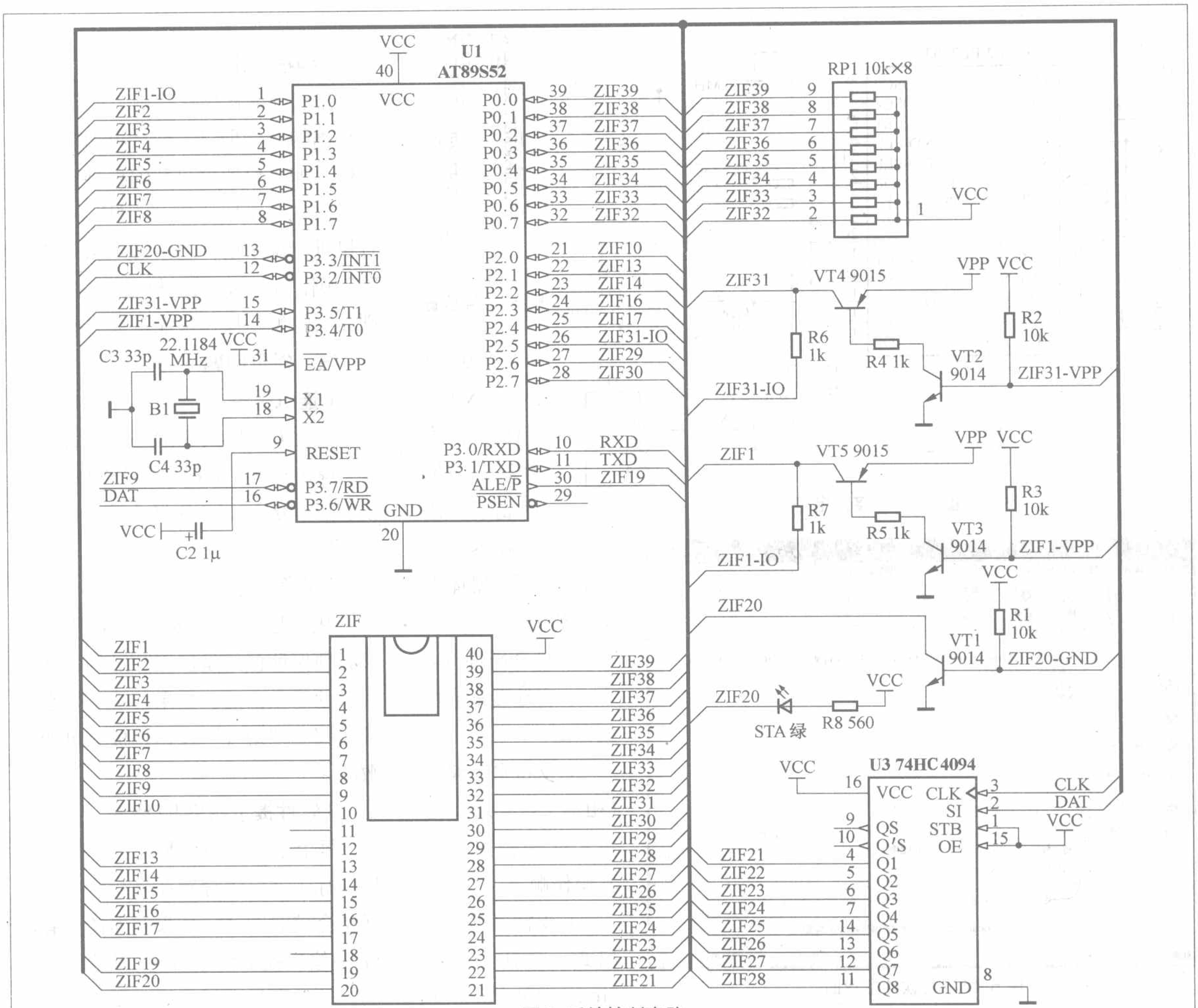


图2 系统控制电路

焊接之前务必仔细核对元件的参数有没有错误。采用万用板进行焊接的朋友，必须按照原理图仔细地连接每一条线（相同网络标号的引脚要对应连接）。

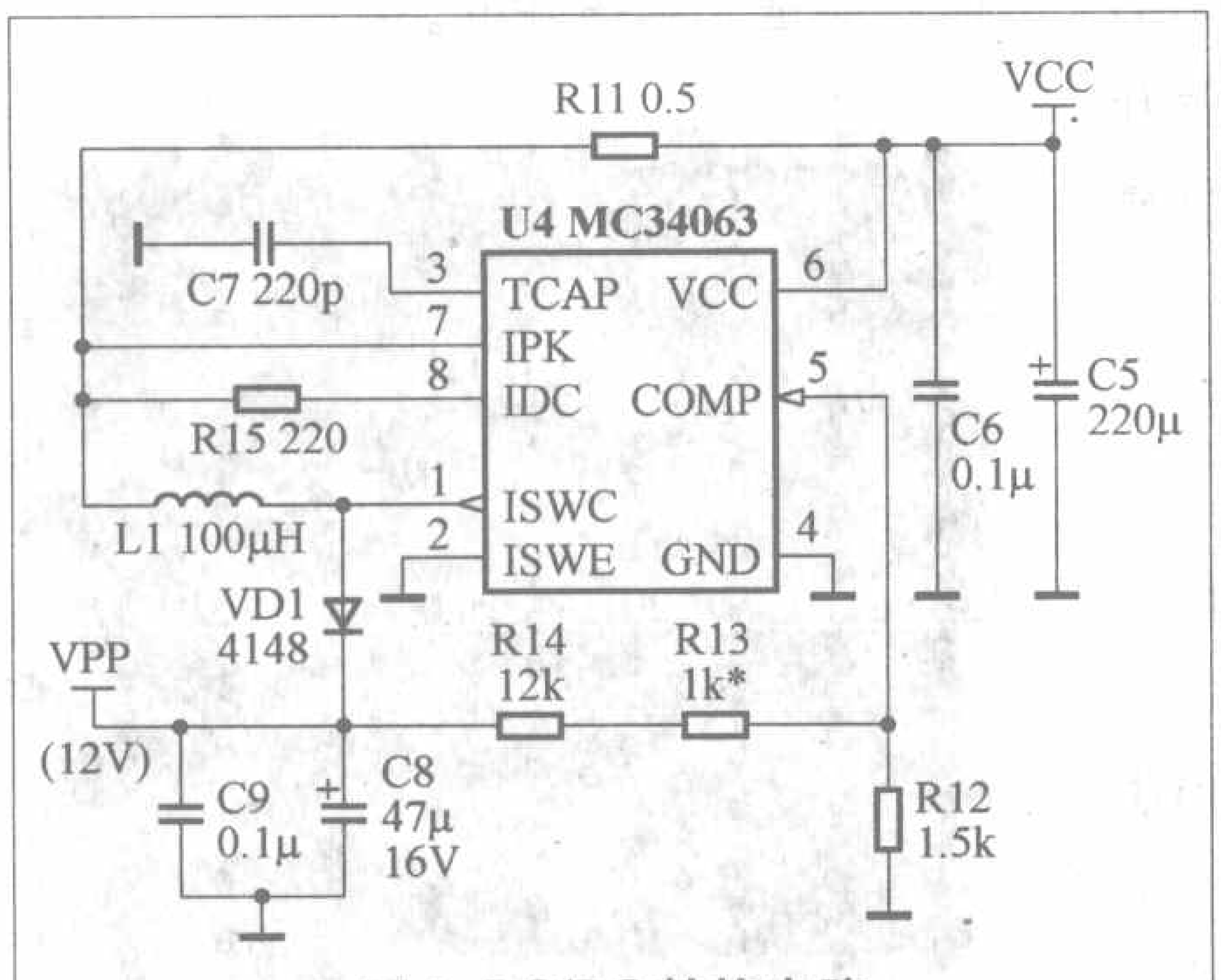


图3 DC/DC 转换电路

4.烧录监控固件

该编程器采用AT89S52作为监控芯片，大家必须借助于其他的编程器或者是ISP下载线将监控程序(即资料包中的文件SP180S_Frimware_V201.hex)烧写到该芯片中。本期赠送的套件，芯片已经写好了监控程序，不用再写。

5.硬件检查

所有硬件焊接完成后，装上烧录好的AT89S52监控芯片。在仔细检查没有问题的情况下，才接通编程器电源(即采用USB电缆连接到电脑)，正常情况下编程器上的红色电源指示灯应点亮，绿色状态指示灯应熄灭。如果不是如此，那么请检查线路焊接是否有误，监控程序的烧录是否正确。

接着用万用表检查一下VD1负极的电压，正常情况下应该是11.5V～12.5V之间，如果不在此范围，请检查MC34063升压电路是否有问题。

注意：在没有确保硬件正常的情况下，请不要盲目地将芯片放置在锁紧座上烧写，如果硬件有误，可能会造成芯片损坏。

6.软件及驱动安装

安装USB驱动程序和编程器控制

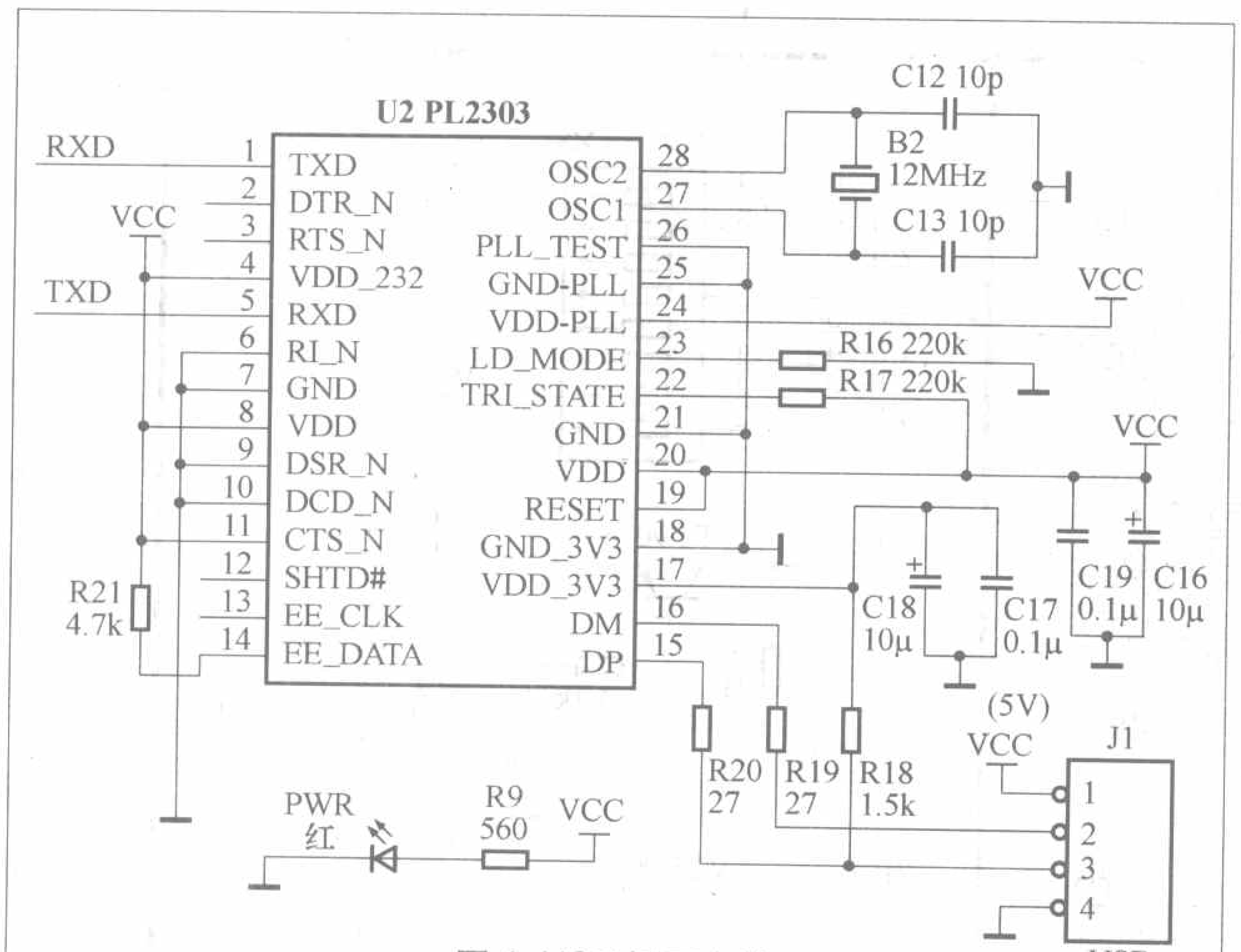


图4 USB接口电路

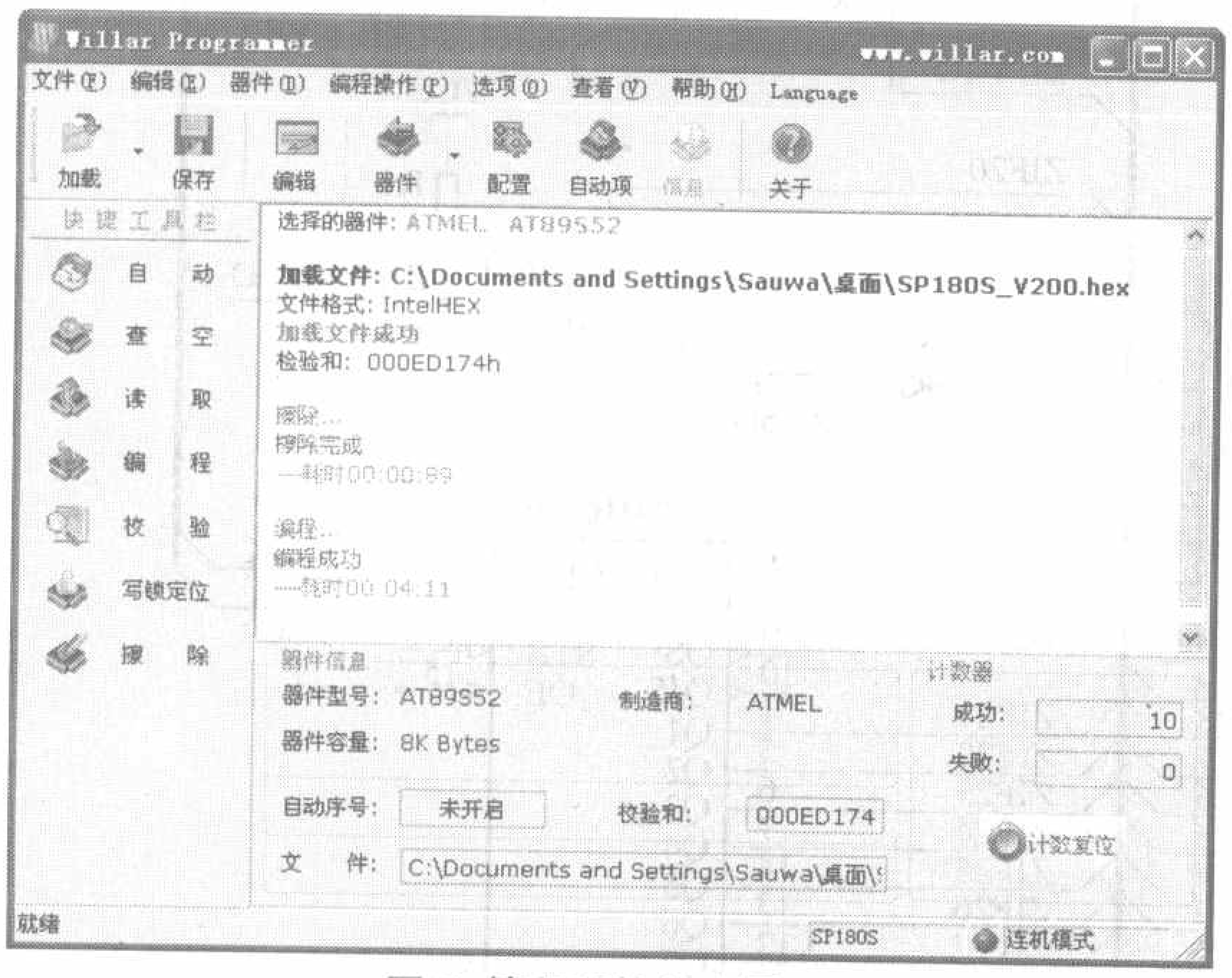


图5 编程器软件主界面

软件，并分别运行压缩包内的SP180S_Sorfware_setup.exe和wd_pl2303h-hx-x_setup.exe两个安装文件即可。软件安装完成后，再次连接SP180S编程器，此时电脑会提示检测到USB设备，如果电脑有提示USB设备错误的相关信息，那么检查你的USB驱动安装是否存在问题。

驱动安装成功后，运行安装好的编程器控制软件，软件启动时会自动搜索连接到电脑的SP180S编程器。连机成功后，软件会提示连接到的编程器型号。

四、使用说明

1.软件功能介绍

软件的主界面如图5所示，支持WIN98/2K/XP/Vista操作系统，该软件属于多语言版本，包括简体中文、繁体中文和英文。

软件功能简介：

* 自动搜索连机编程器

* 支持自动编程(相当于批处理)，可自定义编程内容及其操作顺序

* 支持多种文件格式，包括Intel Hex、Motoral S等

* 支持文件加载/保存的参数设定

* 支持缓冲区编辑，如逻辑运算、复制、填充等

* 自动序列号功能：支持随机数序列号，特别适用为产品制定独特ID

* 文件修改自动重加载，方便开发阶段的进行烧写调试，省去要反复加载代码的麻烦

* 操作计数器功能：自动统计烧录成功与失败的次数

* 简单明了的器件配置对话框

2.芯片的放置

该编程器不仅可以支持标准40脚的单片机，还可以支持10脚和8脚的芯片。被烧录芯片在锁紧座上的放置，都以第1脚对齐，如图6所示。

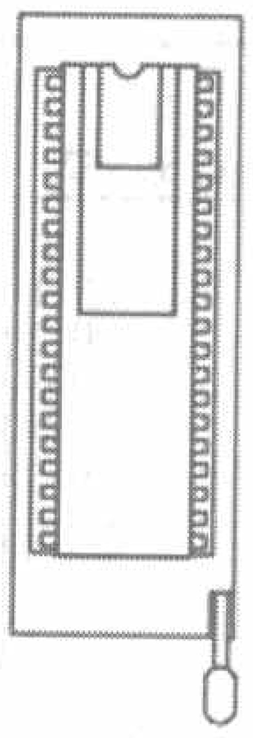


图6 芯片放置

3.编程操作

在进行编程操作之前，必须先选择正确的器件型号，然后再加载代码文件。如果要使用自动编程操作，还需设定自动操作选项。在对FLASH单片机进行烧录前，通常必须执行“擦除”操作，以确保单片机是空白的，否则其后的编程操作可能就会失败。

五、常见问题

1.连机失败

连机失败原因通常是硬件连接错误、焊接不良、监控AT89S52的固件没有正确烧录、USB驱动没有安装成功。

2.编程失败

单片机在执行“编程”操作之前，都必须保证已经是被擦除过的，即芯片必须是空白的。如果芯片不是空白的，那么“编程”操作是极有可能失败的。

3.软件提示器件ID错误

每个单片机内部都有一个唯一的厂商标示字，编程器在进行烧录之前通常会校对此ID，如果有误便会有器件ID错误提示信息出现，其原因一般为：器件型号选择错误、器件放置方式不对或引脚接触不良、器件本身有问题。另外在软件的系统设置中也可以禁用“ID”检查的功能。

4.为何24C系列器件无擦除命令

24C属于EEPROM器件，它在编程之前是无需擦除的。

欢迎访问
无线电技术论坛
www.radio.com.cn/bbs/
——无线电爱好者的网上乐园

用单片机实现传统电路功能

用单片机产生正弦波信号
——基于单片机的CTCSS信号发生器设计

文/张 政 刘奎武

CTCSS(亚音频静噪)是传统无线电台通信中使用的一种常见的收发限制手段,区别于常用的靠接收信号强度电平控制静噪开关和使用DTMF(双音多频)静噪,有很大的优势。国际标准的CTCSS编码一共有38组频率,因为这些静噪信号频率为67.0Hz~250.3Hz,低于话音通信带宽的下限,所以被称为亚音频。

CTCSS静噪的原理是当信号发射的时候,发射机将CTCSS信号混合在话音信号中一起发送出去。接收机收到后,监测其中的CTCSS信号,检测到符合当前设置的CTCSS频率的时候,即打开静噪开关,送出话音;如果没有检测到CTCSS信号,或者信号和当前设置不符,则关闭静噪,扬声器听不到声音。因为话音送到音频功放前要经过一级带通滤波器,所以亚音频信号不会泄漏到功放,也就不会被我们的耳朵听到,不会影响话音质量。

本文就此提出一种基于单片机的亚音频信号发生器设计方案,电路原理图见图1。

1. 信号发生器原理

本设计采用了价廉的AT89C2051芯片(目前一片价格在3元~5元左右),芯片只有20个引脚,核心部分为8031内核。片内集成2KBFlash ROM程序存储器、128KB SRAM数据存储器、2个硬件定时/计数器、1个模拟比较器、15个I/O口和1个硬件UART,15个I/O口分别是P3的部分口和P1口,因为不能外扩存储器,所以P0口和P2口省略了。

DAC为数字/模拟转换器,主要用于将MCU产生的数字频率信号变为模拟信号输出。在这里,我们只要采用8bit精度的就可以了。在本设计中,采用了电阻分压式的DAC。为了抑制DAC转换时产生的脉冲干扰和数字谐波,在这里只要采用简单的一阶RC滤波就可以达到效果了。

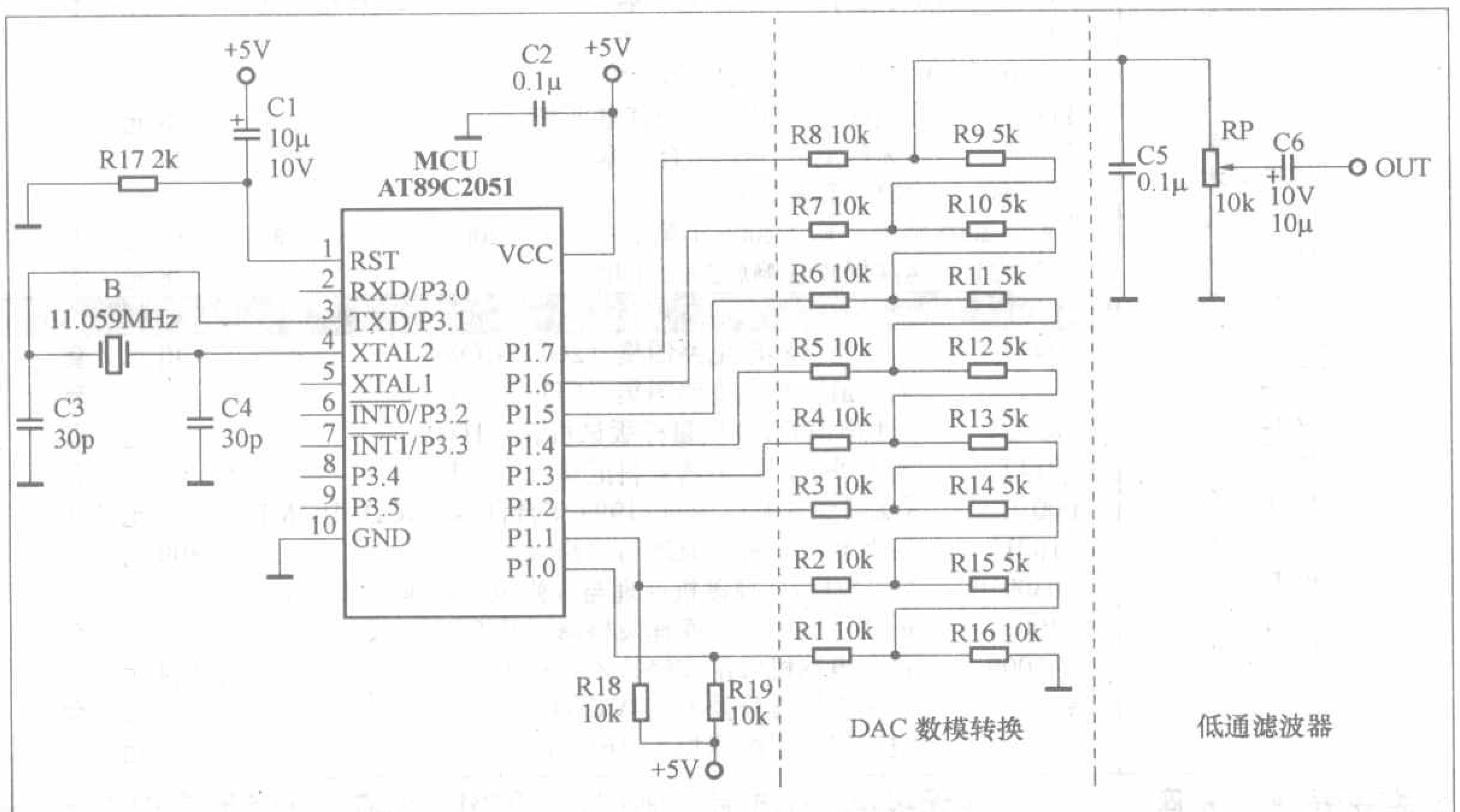


图1 CTCSS发生器硬件原理结构图

2. 系统方案分析

本设计的功能只是产生高精度的规定频率的正弦波,所以采用了容易计算的时钟频率12MHz。这样,每个机器周期就是1μs。要同时具有频率稳定和调整方便的特点,我们选择了一种新的频率合成算法DDS(直接数字合成器)。其实,DDS并不是什么新的技术,成品DDS芯片早就已经上市了,以它的使用方便、可靠、调整范围宽等特点,赢得了不少设计者的青睐。如AD公司的AD9850芯片,可以直接合成0~50MHz的频率,频率步进还不到0.1Hz。但是这种器件价格较贵(目前每片价格在百元左右),主要用于要求较高的高档设备中,所以,不能直接使用现成的芯片,那么我们就用MCU模拟出一个DDS的算法来。

图2是DDS原理框图,图中相位累加器可在每一个时钟周期来临时将频率控制码所决定的相位增量Δphase累加一次,如果记数大于2N,则自动溢出,而只保留后面的N位数字于累加器中。正弦查询表ROM用于实现从相位累加器输出的相位值到正弦幅度值的转换,并根据输入到正弦查询表ROM的相位值取出ROM中与其对应的幅值,然后送到DAC中将其转变为模拟量,最后通过滤波器输出正弦波信号。

在图2中,累加器的两个加数分别是步进和加法的结果,是一个以相位步进为幅度的累加器,如果累加器的长度足够长,那么就等于把一个正弦

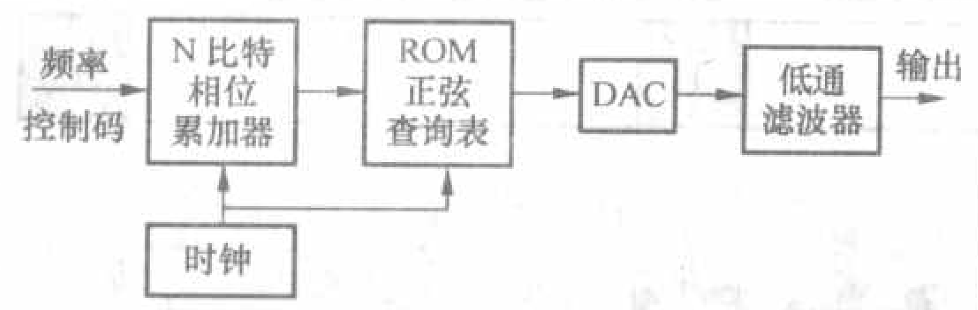


图2 DDS原理框图

波分成2的累加器长度次方的分数，所以，频率步进可以做到足够细。按我们的设计，在这里累加器的长度为24bit，取最高8bit去转换为波形数据。另外，因为这个设计是要精确考虑时间的，所以不使用高级语言进行开发，而用汇编语言来编写。

部分源程序为：

```
ORG 0000H
LJMP BEG1N;
ORG  0030H
BEGIN:
MOV  P1, #00H; 初始化寄存器
MOV  R0, #00H
MOV  R1, #00H
MOV  R2, #00H
MOV  DPTR, #07FDH ; 取得步进值，存放在R3~R5
MOV  A, @DPTR ; 步进值在FLASH的0x7FD~0x7FF
MOV  R3, A ; 低位在后，高位在前
INC  DPTR
MOV  A, @DPTR
MOV  R4, A
INC  DPTR
MOV  A, @DPTR
MOV  R5, A
LOOP:
MOV  A, R2 ; 进入累加循环
ADD  A, R5
MOV  R2, A
MOV  A, R1
ADDC  A, R4
MOV  R1, A
MOV  A, R0
ADDC  A, R3
MOV  R0, A
MOV  DPH, #04H ; 取相位值存放在FLASH中的0x400地址
MOV  DPL, R0 ; 以后，共占256B
MOV  A, @DPTR
MOV  P1, A ; 输出到P1
RJMP  LOOP: ; 循环
ORG  0400H
DB 044H,041H,03FH,03CH,
039H,037H,034H,032H,02FH,
02DH,02BH,028H
DB 026H,024H,022H,020H,
01EH,01CH,01AH,018H,016H,
015H,013H,011H,010H,00FH,
00DH,00CH
DB 00BH,00AH,008H,007H,
006H,006H,005H,004H,003H,
003H,002H,002H,002H,001H,
001H,000H
DB 000H,000H,001H,001H,
```


《无线电》杂志社推荐书目

品牌推荐 89488 《无线电》2001–2005年合订本（2CD-ROM） 邮购价：40元/套

新书上架		邮购价
15709	看图学修电磁炉	26元/本
15940	实用无线电遥控电路	34元/本
15693	怎样识别和选用集成电路	22元/本
15515	电动自行车电气故障诊断与维修	17元/本
畅销图书		**邮购价**
15129	触摸屏与PLC入门	35元/本
15195	监控组态软件和PLC入门	37元/本
15231	新编电工实用线路200例	20元/本
14091	《无线电》家电维修精汇	35元/本
14021	无线电问与答精汇	41元/本
13545	无线电制作精汇（2）	38元/本
13544	无线电元器件精汇（第2版）	38元/本
13424	无线电识图与电路故障分析轻松入门(第二版)	35元/本
13435	无线电元器件检测与修理技术轻松入门(第二版)	35元/本
14260	例说8051	39元/本
15197	零起步轻松学电子测量仪器	22元/本
15127	数字电视知识解读	28元/本
14781	图解电力拖动系统电路	22元/本
15615	怎样识别和检测电子元器件	23元/本
14427	怎样看数字电路图	23元/本
12537	看图学电工技能	34元/本
12337	电子节能灯与电子镇流器的原理和制造	32元/本
11814	识读无线电电路图快速入门	26元/本
11826	彩色电视机单元电路应用与维修手册	44元/本
11819	无线电遥控组件及其应用电路	26元/本
12263	通用集成电路的选择和使用	25元/本
06131	怎样看无线电电路图(修订本)	17元/本

强势品牌		邮购价
2–75	《无线电》杂志及增刊	
2003–2006年第1~12期，2007年第1~12期		6.8元/本
9020052	《无线电》2005年增刊	28元/本
2003年增刊	大屏幕显示器电路解说及维修方法	28元/本
2002年增刊	国产彩色电视机电路解说及维修资料	25元/本
2001年增刊	进口彩色电视机维修资料	28元/本
2000年增刊		6元/本
《无线电》合订本		
14164	2005年上册 28元/本　14165 2005年下册	28元/本
12887	2004年上册 28元/本	
11940	2003年上册 28元/本	
11854	《无线电》2006年合订本上册	28元/本
11855	《无线电》2006年合订本下册	28元/本
82–590	《高保真音响》	
2003–2005年部分期，2006年第1~12期，2007年第1~12期		15元/本
9020021	《高保真音响》2002年增刊	28元/本
光盘产品		**邮购价**
89497	长虹最新彩电电路图集（2CD–ROM）	40元/套
2399	创维最新彩电电路图集（CD–ROM）	40元/套
788024	5.1声道DVD质量样版试机碟（1DVD）	38元/盘
68147	国内外名厂扬声器资料汇萃（CD–ROM）	40元/套
00010	《高保真音响》1994–1998年合订本（4CD–ROM）	110元/套
010013	新型彩色电视机原理与维修（15VCD）	300元/套
0030910	VCD/DVD视盘机原理与维修技术讲座（10VCD）	200元/套
040038	最新打印机工作原理及检修（4VCD）	80元/套
990006	彩色电视机实用维修技术（8VCD）	144元/套
990004	冰箱实用维修技术（4VCD）	72元/套
020015	空调器实用维修技术（6VCD）	108元/套

邮购方法：请将购书款汇至北京市南区崇文区夕照寺街14号A座，收款人：《无线电》杂志社，邮编：100061，请在汇款单附言中注明书号及册数（如购买杂志请注明年份及期数，如要挂号购买杂志请另加3元挂号费），联系电话：(010)67134097–24。

用AT89C2051制作网线测试器

文/周路平

如今越来越多的有电脑的家庭已开始上网，并且有的家庭还用两台电脑联网进行上网。许多公司有多台电脑联起来组成了一个局域网。随之而来的网络维护工作增多，本网络测试器是网络维护中经常用到的工具之一。

本文介绍的是一种采用AT89C2051单片机芯片制作的网络线路测试器，笔者在万用板上搭的电路实物如图1所示。该电路可手动或自动测试网线是否有故障，加相应的插座还可以对电话线、同轴电缆和USB接线进行测试。该测试器具有电路简单、制作容易、使用灵活等特点，适合个人自制。如对该电路和程序稍做改进还可转变成其他用途的测试仪器。该控制程序和硬件已通过实际调试并且工作正常。

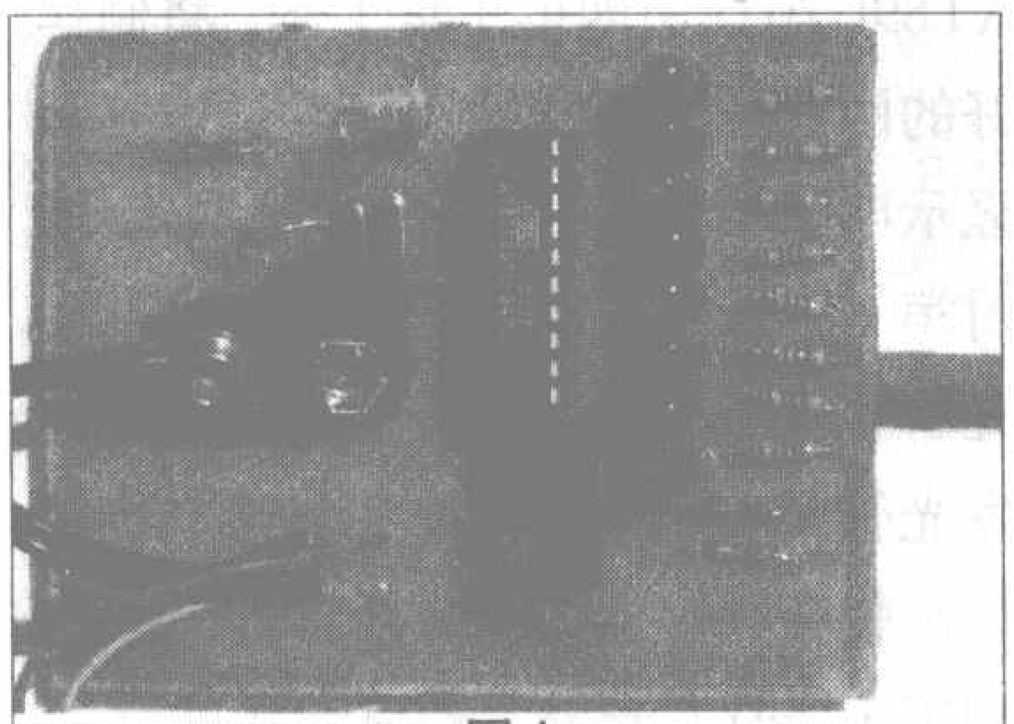


图1

一、网线的接线方式和要求

计算机网络是用光缆、同轴电缆或双绞线进行数据传递的。在一般的网络中大量使用双绞线进行通信。它的特点是价格低廉、通用性好、维护方便。双绞网线是使用8根不同颜色的导线分4对双绞而成，这样的结构可以最大程度地减少电磁辐射。既降低对周围电器设备的干扰，也可防止周围电器设备对网线的干扰。

我们通常使用的五类双绞网线中的导线为直径0.5mm左右的铜线，在运输和放置过程中容易断线。同时压接在双绞线两端的RJ45水晶头由于压接方法、接线方式和使用工具或水晶头质量等问题，都可能造成网线的断路、接触不良或接线错误，从而降低网络的速度或根本不能进行通信，因此网线的接触电阻和正确的接线顺序是保证网络正常通信的关键。常用的网线连接方式有两种。

1.正线（标准568B线）：又称直通线。两端的线序一样，水晶头的金属面上，从左到右分别是白橙、橙、白绿、蓝、白蓝、绿、白棕、棕。

2.反线（标准568A线）：又称交叉线。两端的线序不一样，一端为正常的线序，即水晶头的金属面朝上，从左到右分别是白橙、橙、白绿、蓝、白蓝、绿、白棕、棕。另一端为水晶头的金属面朝上，从左到右分别是白绿、绿、白棕、蓝、白蓝、橙、白棕、棕。

二、电路原理

网线测试仪电路分发送电路和显示电路，图2为发送电路。AT89C2051单片机为该电路的控制核心，当控制开关S打到第2挡时，电路接通，测试器处于手动状态，C1和R2组成了上电复位电路，使电路复位。P3.2被定义为IN0中断低电平有效。此时VD1点亮。每按一次SB后VD1～VD7向上进一位。连续按住SB时VD1～VD7自动向上进一位循环往复。S在第3挡时测试器处于自动状态，VD1～VD7连续不断地进行进位显示，P1口低电平有效。网线测试仪使用9V层叠电池

```
002H,002H,002H,003H,003H,
004H,005H,006H,006H,007H,
008H,00AH
    DB 00BH,00CH,00DH,00FH,
010H,011H,013H,015H,016H,
018H,01AH,01CH,01EH,020H,
022H,024H
    DB 026H,028H,02BH,02DH,
02FH,032H,034H,037H,039H,
03CH,03FH,041H,044H,047H,
04AH,04DH
    DB 04FH,052H,055H,058H,
05BH,05EH,061H,064H,067H,
06AH,06DH,070H,074H,077H,
07AH,07DH
    DB 080H,083H,086H,089H,
08CH,090H,093H,096H,099H,
09CH,09FH,0A2H,0A5H,0A8H,
0ABH,0AEH
    DB 0B1H,0B3H,0B6H,0B9H,
0BCH,0BFH,0C1H,0C4H; 取样128
次的正弦表
    …………
    END
```

在本设计中，集中体现了模拟电路与数字电路间的相互融合。现代的电子设备很多都提出要数字化，就是基于用精确的0和1去表现复杂多变的模拟电路的思想实现的。具体到本例，传统的实现方法都是使用音频锁相环进行检测和生成亚音频，但是设计难度较大，调试麻烦，而改用上面所说的数字化单片机方案则不用任何调试，即可产生高精度、高稳定性的亚音频信号，且制作成本较直接采用DDS芯片节约一半以上。

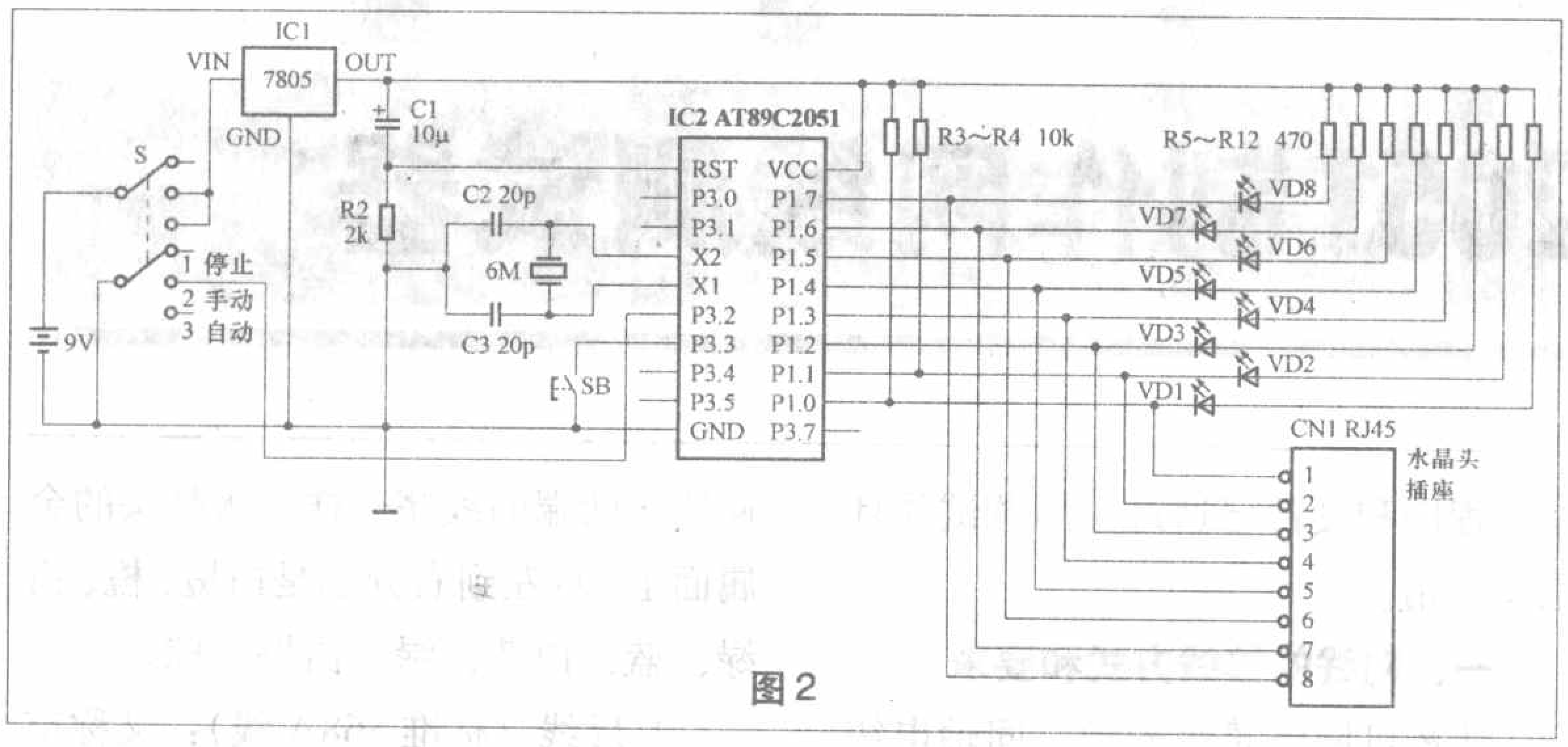


图2

供电，由于AT89C2051的工作电源为5V，本电路中使用了一片7805三端稳压IC为AT89C2051提供工作电源。

图3为显示电路。显示电路由8个发光二极管和8个整流二极管组成。VD9~VD16在双绞网线接触正常的情况下分别显示IC2中的P1.0~P1.7的低电平状态。当网线中有断线或接触不良时，发光二极管就会不显示或显示变暗。在选择元件S时要选择性能良好的开关，避免造成仪器不能正常工作，本电路选用的是KDD5-23双刀三位开关。如电池电压低于8V时仪器工作就会不正常。

三、软件设计

本系统使用MCS-51汇编语言编程，软件程序由主程序，延时程序，外部中断INT0服务程序组成。系统初始化后，程序进入自动运行状态，P1.0~P1.7由低向高循环工作。当P3.2为低电位时，程序进入中断INT0服务程序。源程序如下：

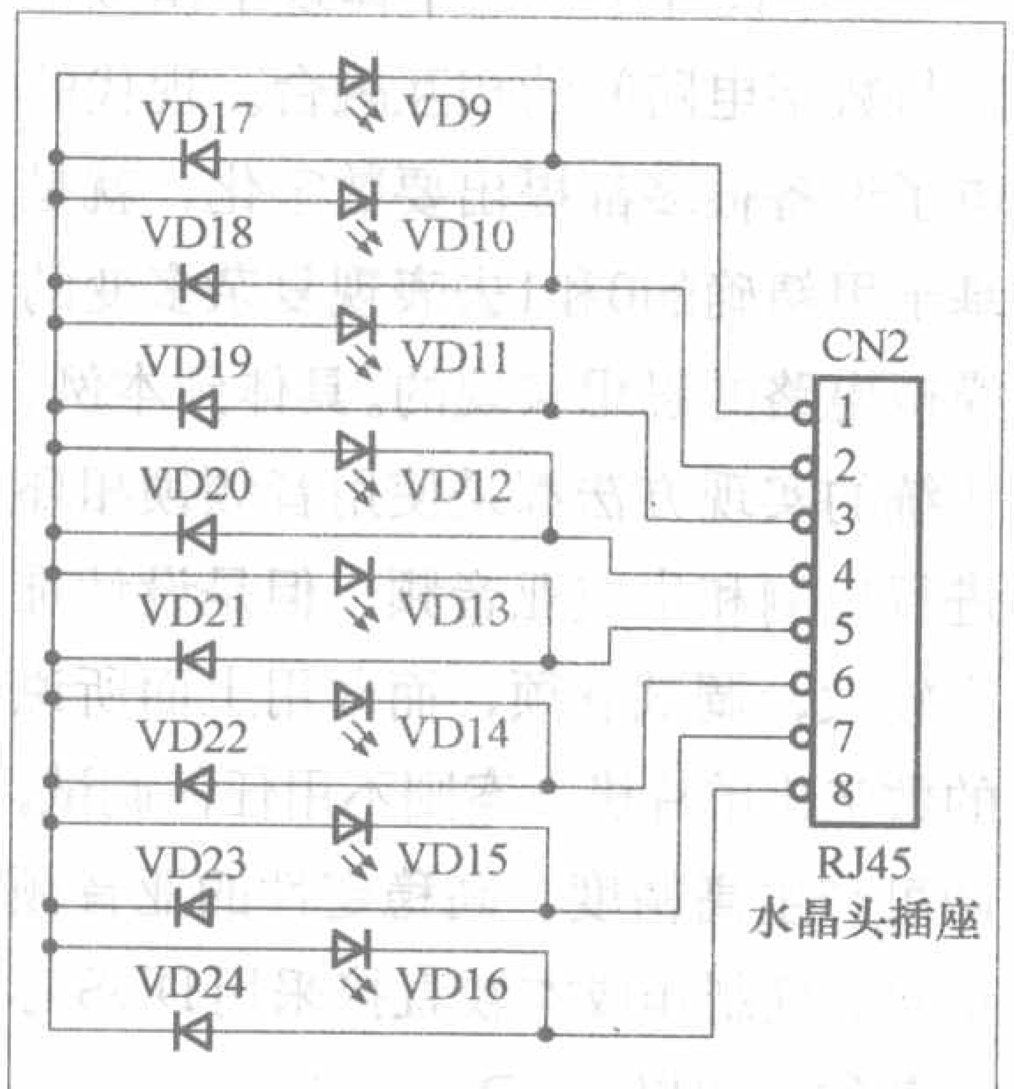


图3

```
    ORG 0000H;开始地址0000
    AJMP MAIA;转向主程序MAIA
    ORG 0003H;中断为外部中断INT0
    LJMP MRT;转向中断服务程序MRT
    ORG 0030H;中断服务程序的开始地址0030H
MAIA:MOV P1,#0FFH;关所有的显示
MAIC:SETB EX0;外中断INT0允许中断
    SETB IT0;外中断INT0为边沿触发，低电平有效
    SETB EA;开CUP中断
    MOV P1,#0FEH;第1个发光管亮
    ACALL DELXS;调用延时程序
    MOV A,P1;将显示口的内容送A
MAIB:RL A;A的内容左移1位
    MOV P1,A;将A的内容送显示口
    ACALL DELXS;调用延时程序
    CJNE A,#80H,MAIB;是否显示到第8位，如没有转移到MAIB
    AJMP MAIA;显示到第8位后转到MAIA
;延时程序
DELXS:MOV R7,#0FFH;立即数#0FFH送R7
DEL1:MOV R6,#0FFH;立即数#0FFH送R6
DEL2:DJNZ R6,DEL2;R6减一非零原地踏步
    DJNZ R7,DEL1;R7减一非零转移到DEL1
    RET;延时程序结束，返回
;中断程序
MRT:MOV P1,#0FEH;显示第1位
    JB P3.3,MRT3;SB是否按下，如没有转移到MRT3
MRT2:MOV A,P1; SB按下，将显示口的内容送A
    RL A;A的内容左移1位
    MOV P1,A;将A的内容送显示口
    ACALL DELXS;调用延时程序
MRT3:JB P3.3, MRT4; SB是否按下，如没有转移到MRT4
    JNB P3.2,MRT2;S是否在手动状态，如是转移到MRT2
MRT4:JNB P3.2,MRT3;S是否在手动状态，如是转移到MRT3
MRT1:RETI;中断结束
    END;程序结束
```

四、使用方法

电路制作好后，将程序拷贝到AT89C2051中即可正常工作。将制作好的网线的两端分别插入发送电路和显示电路中，将开关S打到第2挡，此时第一个发光管亮，每按动一次SB发光管显示进一位，观察显示电路中的发光管应有相应的发光，如没有亮或显示较暗则表示该线有故障。开关S打到第3挡时发光管自动显示并进位。

五、扩展应用

在原主电路的基础上利用未用的P3.0、P3.1、P3.4、P3.5、P3.7引脚，加上原来的P1.0~P1.7还可设计成一个13路电缆测试仪。改造的方法是将以上5个引脚接上相应的限流电阻和发光二极管，制作一个13线的接线端子即可完成主电路的硬件改造。软件的修改比较简单这里就不再叙述了。显示电路也应增加5个发光二极管和5个二极管，同样也制作一个13线的接线端子即可改造成一个13路电缆测试仪。感兴趣的读者不妨一试。

给单片机添加"无线ISP"功能

文/雷 刚

编者按：《无线电》2006年第8期刊登了《用GSM模块实现水位远程监控和预警》一文，介绍了湖北大学水电管理中心通过手机短信传送水位监控和预警信息的方法,很多读者来信来电表示这种采用无线方式进行报警的电路非常实用，可用于很多无人值守的数据采集系统。随着单片机ISP（In System Programming：在系统编程）技术的发展，现在大多数厂家的单片机都已具有ISP功能，那能不能也通过无线方式实现ISP功能呢？本文介绍的"无线ISP"功能就通过无线数传模块实现了单片机系统在系统无线软件升级和数据更新，供读者参考。

单片机的ISP技术是指当芯片焊接在电路板上以后，可以直接通过串口将程序下载到芯片中，而不需要焊下芯片插入编程器进行芯片程序的烧写，这大大方便了单片机系统软件的升级和更新。近年来，ISP技术得到了广泛的应用。

在工业无线遥控、点对多点无线组网、无线现场总线、自动化数据采集系统以及水、气、热、电等居民计量表具无线远传自动抄表系统中，需要采用无线数传模块进行无线数据传输。利用无线串行数据传输和ISP技术结合，可以实现单片机系统程序无线下载和升级，其硬件结构如图1所示。

无线串行数据传输模块简介

目前市面上常见的无线串行数据传输模块如附表所示，本文采用其中的HAC-LM-96模块，其外形如图2所示。

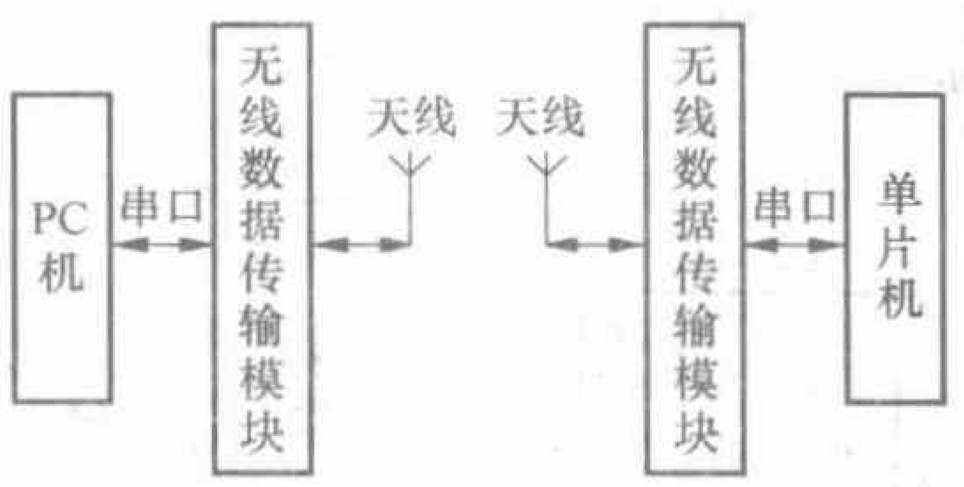


图1

附表 常见的无线串行数据传输模块信息

厂　商	型　号	价格（元）	特　点
安阳市新世纪电子研究所	J04V接收和F05P发送	30	315M、433M 100m（外置天线）
苏州天铱电子科技有限公司	TY-433收发一体	90	433/868/915MHz，GMSK调制 100m（外置天线）
深圳市华奥通通信技术有限公司	HAC-LM-96收发一体	200	433MHz可设定，GMSK调制 天线高度>2m，可靠传输距离可达2000m
北京九州同盛科技有限责任公司	Apar-6600收发一体	420	915MHz组、2.4GHz组 GMSK调制 100m（PCB天线）

该模块的典型特点是：

●低功率发射，标准发射功率500mW；载频频率433MHz。

●高抗干扰能力和低误码率。基于GFSK的调制方式，采用高效前向纠错信道编码技术，提高了数据抗突发干扰和随机干扰的能力，在信道误码率为10^{-3}时，可得到实际误码率10^{-5}～10^{-6}。

●传输距离远。在视距情况下，天线高度＞2m，可靠传输距离可达2000m(BER=10^{-3}@9600bps)、4500m(BER=10^{-3}@1200bps)。

●多信道。HAC-LM标准配置提供8个信道，如果用户需要，可扩展到16/32信道。满足用户多种通信组合方式。

●双串口，3种接口方式。HAC-LM提供2个串口3种接口方式，COM1为TTL电平UART接口。COM2由用户自定义为标准的RS-232/RS-485接口(用户只需要拔插1位短路器再上电即可定义)。

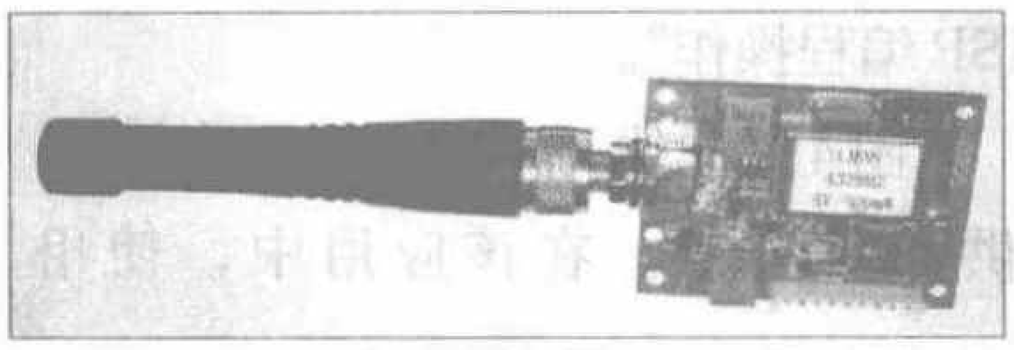


图2

●低功耗及休眠功能。+5V供电，接收电流<40mA，发射电流<400mA。

●高可靠性，体积小、重量轻；采用单片射频集成电路及单片MCU，外围电路少，可靠性高，故障率低。

无线ISP实现
（无线ISP在压力测试系统中的应用）

本文采用PHILIPS LPC900系列单片机来实现无线ISP功能，该系列单片机是PHILIPS公司推出的一款高性能、微功耗、51内核的微处理器。提供ISP和ICP（在电路编程）多种下载调试模式。

LPC900系列单片机ISP技术的应用条件：

●搭建一个可靠的串口（如图3所示）；

●确保您的ISP驻留代码没有被破坏；

●确保芯片的引导向量正确；

●不能擦除芯片最后一个扇区（包含ISP驻留代码）；

●不能更改芯片的引导向量（保

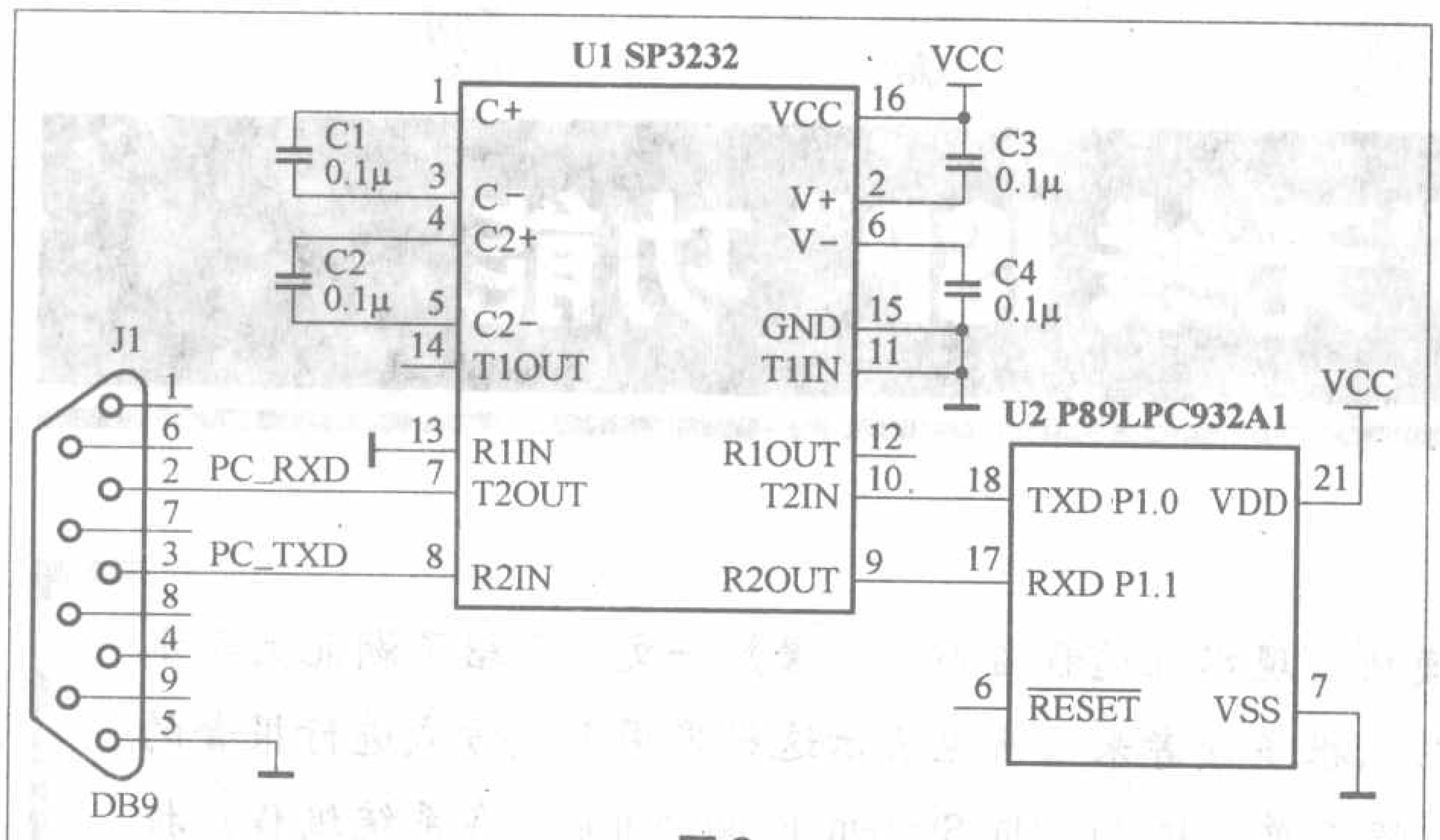


图3

证其为出厂默认配置）；

●加密时不能勾上“禁止IAP/ISP编程操作”。

图4是无线ISP的一个应用实例，供大家参考。在该应用中，使用LPC935单片机作为控制核心。U1为LDO芯片LT-1117(3.3V)产生LPC935的工作电压；U5为LDO芯片LT-1117(5V)产生其余芯片的工作电压；U2为有源晶振，输出频率为11.0592MHz(注意该晶振的频率不可随意更换，否则通信的波特率得不到保证，可能出现通信不正常的现象)；U3为广州周立功单片机公司开发的动态扫描驱动芯片7289，用于该电路的显示控制输出。J5为LPC935单片机与LM-96的连接端口，其中P1.0和P1.1分别是LPC935的TXD和RXD端。J2连接该电路的电源输入端，在笔者的应用中要求使用电池供电，所以我选择了可充电电池作为工作电源，在其他应用中，可以灵活选择电源。LPC935具有片内A/D，使用分压电阻R1和R2作为该电路的电池电压监控，1F的电容作为系统的掉电保护，当单片机检测到电池电压有异常时，1F的电容可以提供系统有足够的时间进行数据的及时保护和处理。

压力测试系统功能介绍：应用于大型机械设备的安装过程中，检测机

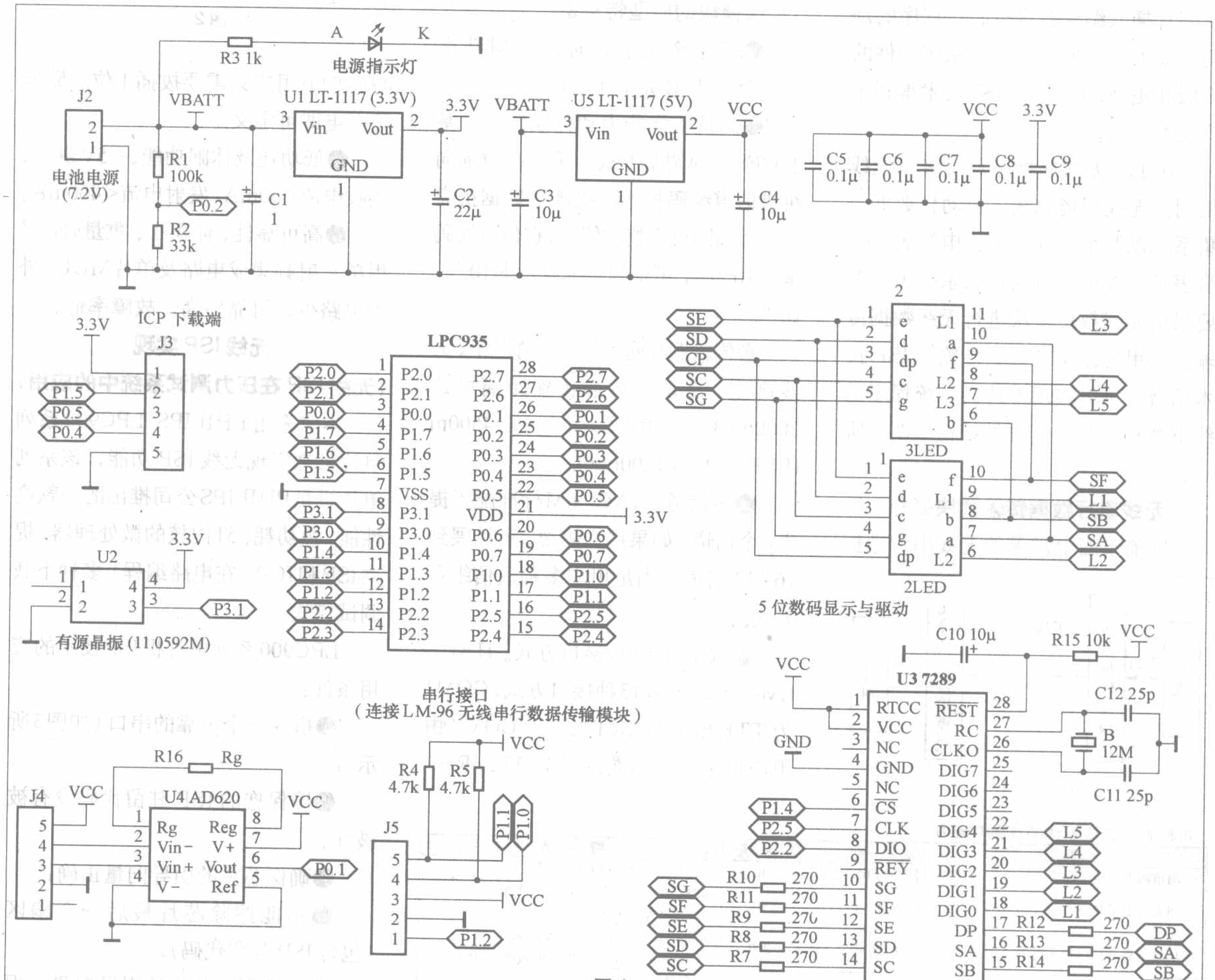


图4

体对安装地面的压力分布情况，确定设备是否安放平衡。该压力测试系统实现对压力传感器输出信号的检测和检测数据的传输，同时可以使用无线ISP功能实现系统的自动参数调整和升级。

压力测试系统工作过程：包含压力的检测和显示、压力数据的无线传输过程和系统的无线ISP升级过程。

压力的检测和显示过程：外部压力传感器的输出信号从J4输入，通过差动放大器AD620实现压力信号的差动放大，从AD620的6脚输出。AD620的6脚输出信号接入LPC935的26脚（LPC935内部A/D转换器的输入端）进行A/D转换，经过单片机内部的数据计算得到实际的压力值，利用7289驱动数码管进行压力数据的实时显示，具体的程序见本期配刊光盘。

压力数据的无线传输过程和系统的无线ISP升级过程：利用LPC935单片机的串口通过J5连接无线数据传输模块LM-96实现压力数据的无线传输和系统的无线ISP升级。使用LM-96时，把它当作单片机的普通串口即可，没有特殊要求。具体的程序见本期配刊光盘。

图5是LM-96与单片机系统连接示意图。在笔者应用中，由于使用TTL电平方式进行通信，所以选择LM-96的3脚、4脚的输出端口；如果使用RS232接口方式，则需要选择LM-96的6脚、7脚的输出端口。

该电路的制作实物如图6、图7所示，因该应用要求电路体积较小，设计

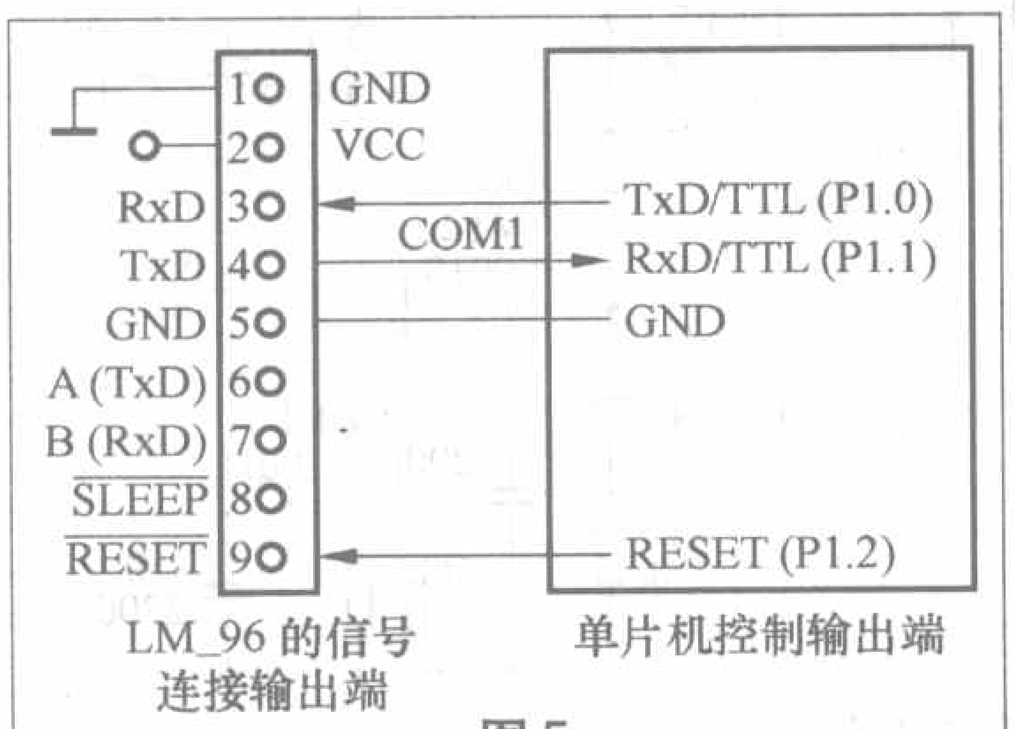


图5

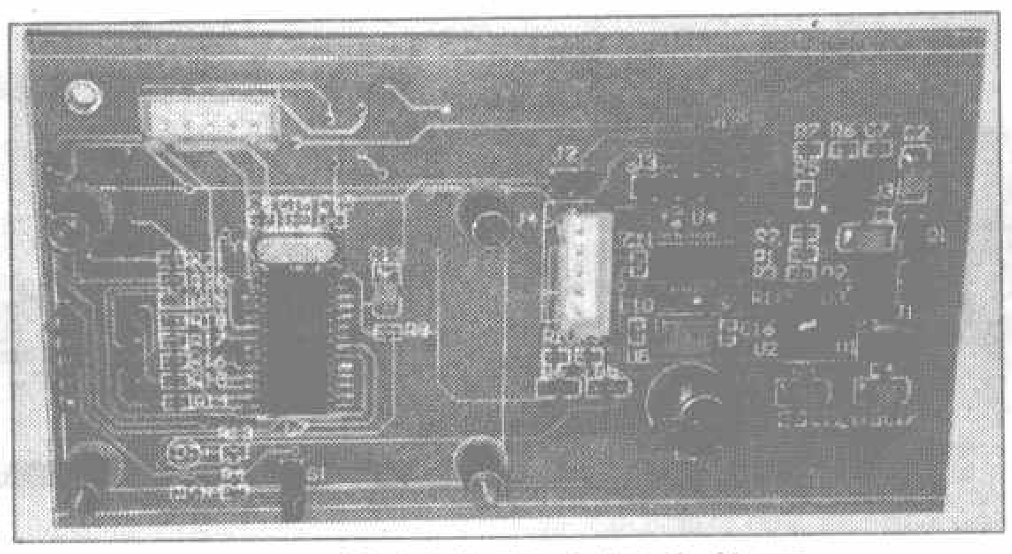


图6 控制电路主板实物图

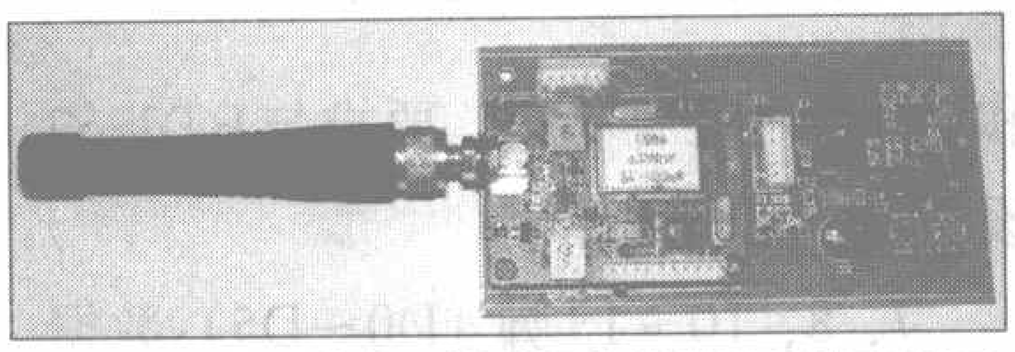


图7 控制电路安装无线数据传输模块后的实物图

时采用了贴片元件。如果没有体积大小的特别要求，读者可以使用直插元件，这样电路的安装和调试相对简单一些。

软件设计

该电路详细的软件流程见图8，源程序见本期配刊光盘，其实现过程采用中断方式进行。PC机的上位机程序可参照下位机的流程实现。

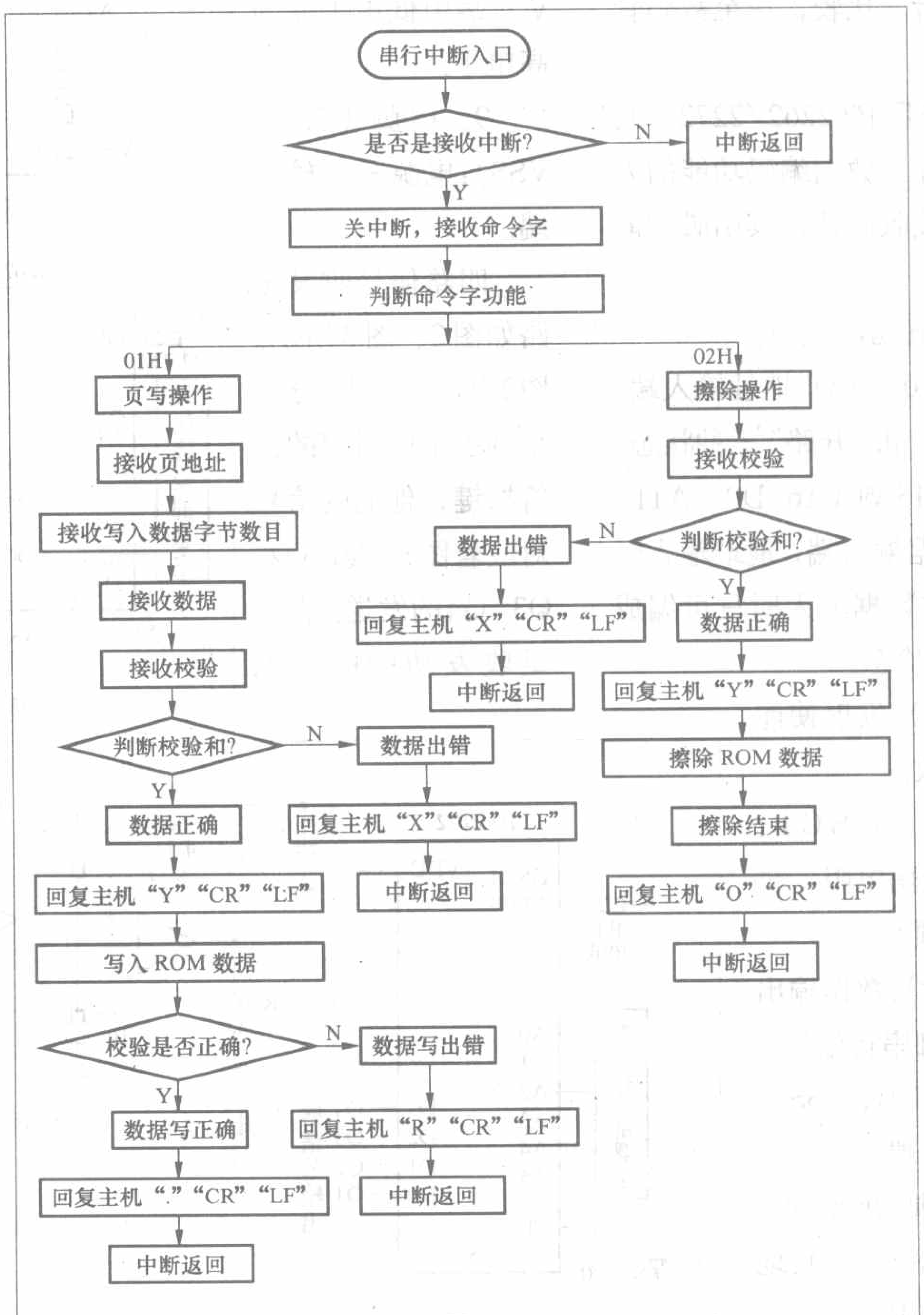


图8

调 试

该应用的调试分为硬件调试和软件调试两部分：

硬件调试：在电源输入端加7.2V电压，利用万用表检测两个LDO电源芯片的输出电压是否正常(分别为3.3V和5.0V)。再使用示波器观察有源晶振是否有11.0592MHz的信号输出供CPU使用。如果没有11.0592MHz的输出信号，可能是有源晶振损坏或焊接不良(笔者在实际应用中，经常遇到这种情况)。

软件调试：该应用程序量比较大，所以大家在软件设计中，应尽量利用电路中的数码管进行程序运行状态的提示，以便我们能比较好地了解单片机的执行状态。在笔者给出的程序清单中，已经有详细的LED驱动代码程序函数void lg7289_senddata(uchar com, uchar dat)，大家在调试程序时可以直接使用。对于无线ISP的驱动代码程序函数void isp_boot()，大家可以参照流程图和源程序中的注释进行分析并使用。若你有技术方面不明白的地方，可发E-mail至lg@scetc.net与笔者联系。

防违规型四路无线抢答器

文/尚海林 陈连举 徐神峰

抢答器在智力竞赛中不可缺少，而无线抢答器比有线抢答器更方便、可靠地适应场地。本文设计一个四路无线抢答器，以51单片机为核心，由无线发射编码电路、接收解码电路、显示驱动电路和数码管组成。同时该抢答器可有效防止提前抢答的违规操作。

在无线抢答器设计中，由1个接收器和4个发射器组成。比赛前，将参赛组从1至4编号，每组发给对应的一个发射器，发送的信号由接收模块接收，经过单片机分析、比较，送至数码管显示数据。

无线传输采用PT2262/2272，它们是一对带地址、数据编码功能的无线遥控发射／接收芯片，其引脚功能如图1所示。

PT2262引脚功能说明：

1~6脚（A0~A5）：地址输入端，可编成“1”、“0”和“开路”三种状态。

7、8、10~13脚（A6/D0~A11/D5）：地址或数据输入端，地址输入时用1~6脚，做数据输入时只可编成“1”、“0”两种状态。

14脚（TE）：发射使能端，低电平有效。

15、16脚（OSC1、OSC2）：外接振荡电阻，决定振荡的时钟频率。

17脚（Dout）：数据输出端，编码由此脚串行输出。

9、18脚（VDD，VSS）：电源+，－输入端。

PT2272引脚功能说明：

1~6脚（A0~A5）：地址输入端，可编成“1”、“0”和“开路”三种状态。要求与PT2262设定的状态一致。

7、8、10~13脚（D0~D5）：数据输出端，分暂存和锁存两种状态。

14脚（DIN）：脉冲编码信号输入端。

15、16脚（OSC1、OSC2）：外接振荡电阻，决定振荡的时钟频率。

17脚（VT）：输出端，接收有效信号时，VT端由低电平变为高电平。

9、18脚（VDD，VSS）：电源+，－输入端。

四路信号收发电路如图2、图3所示。图2中SB1~SB4分别是选手手中对应的抢答按键，他们的信号对应着图3中Q1、Q2、Q3、Q4的发送。在满足收发功能的情况下，我们假设0代表没有选手按下按键，1代表按下按键，则每个选手按键的状态见附表。

附表　每组抢答按键状态

复位按键	开始按键		抢答状态
	开始前	开始后	
0	0	0	无效
0	0	1	正常抢答
0	1	0	违规
0	1	1	违规

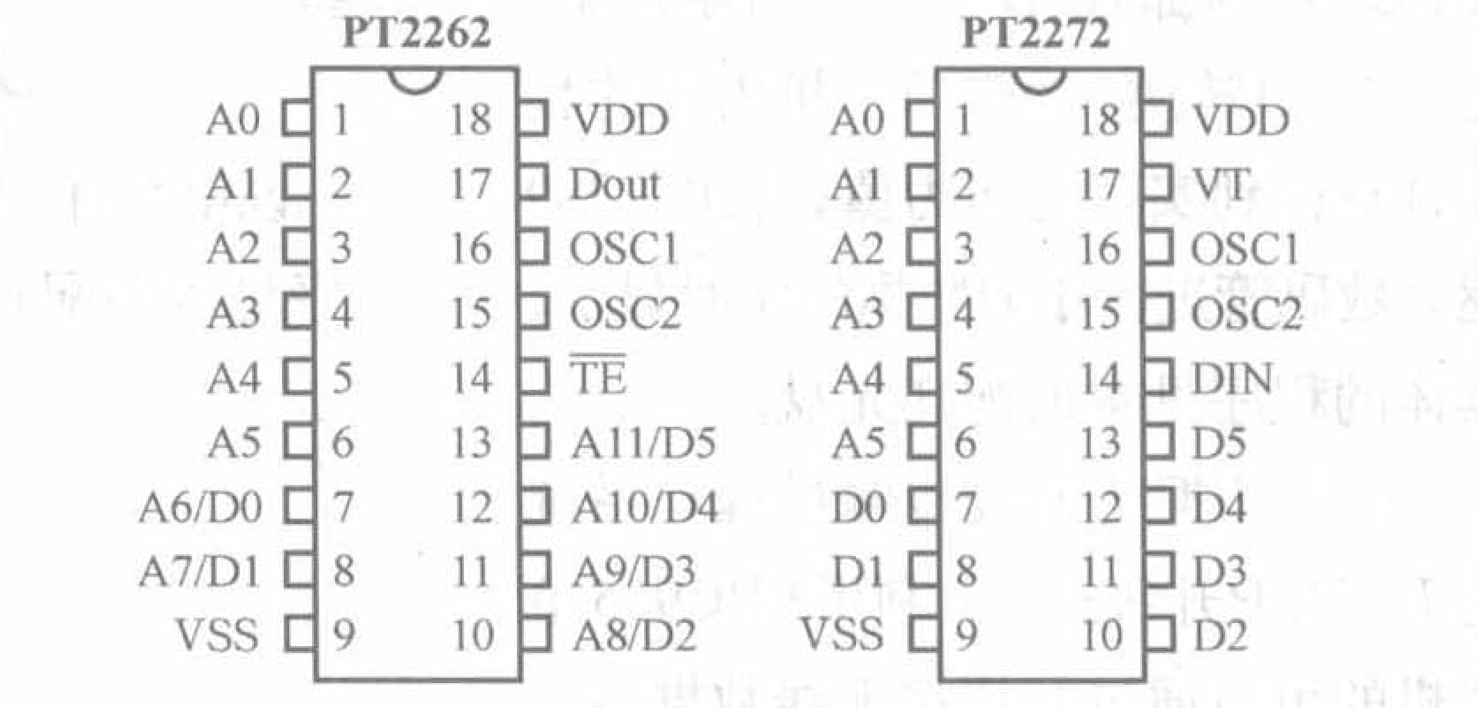


图1　PT2262/PT2272引脚图

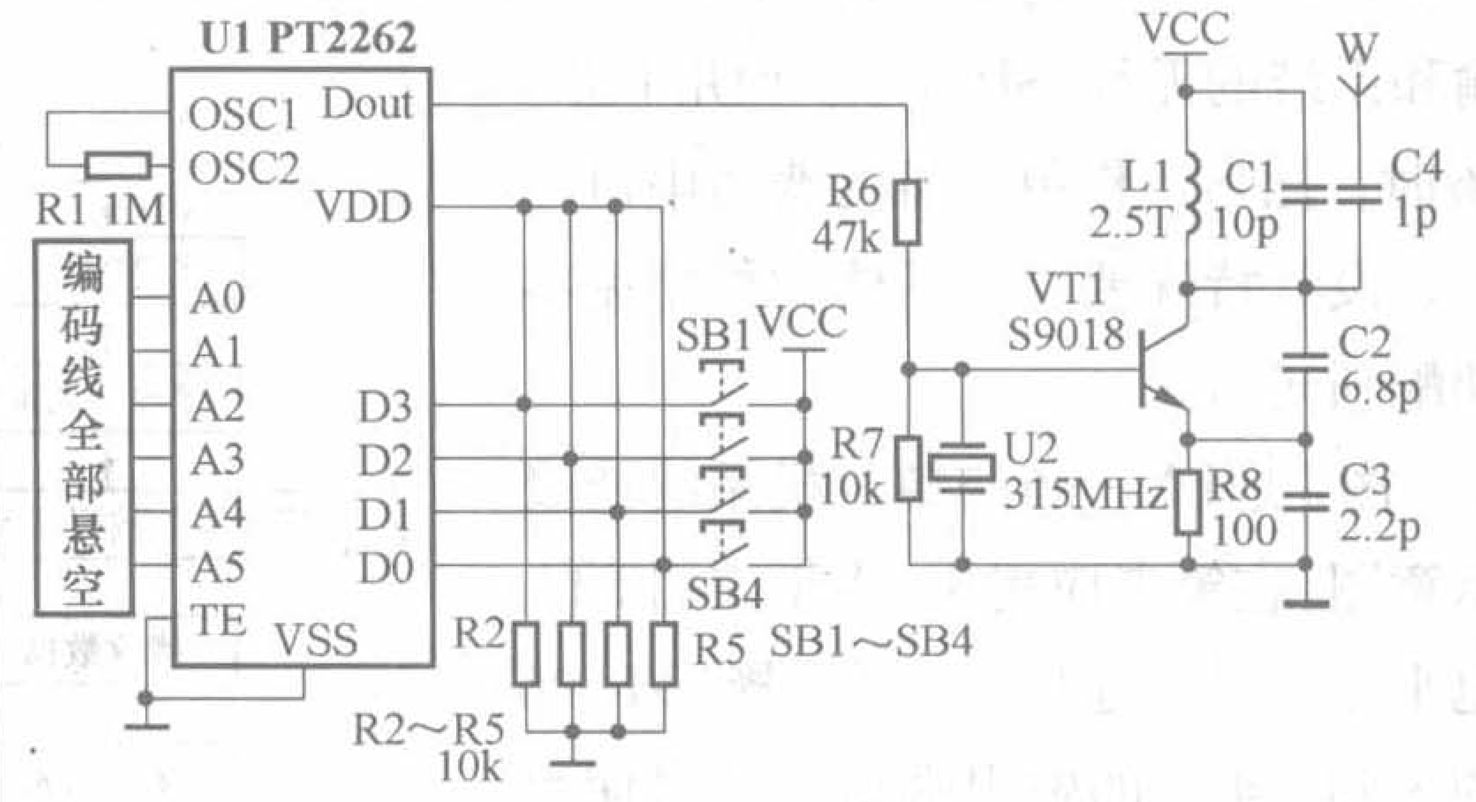


图2　PT2262构成4路发射电路

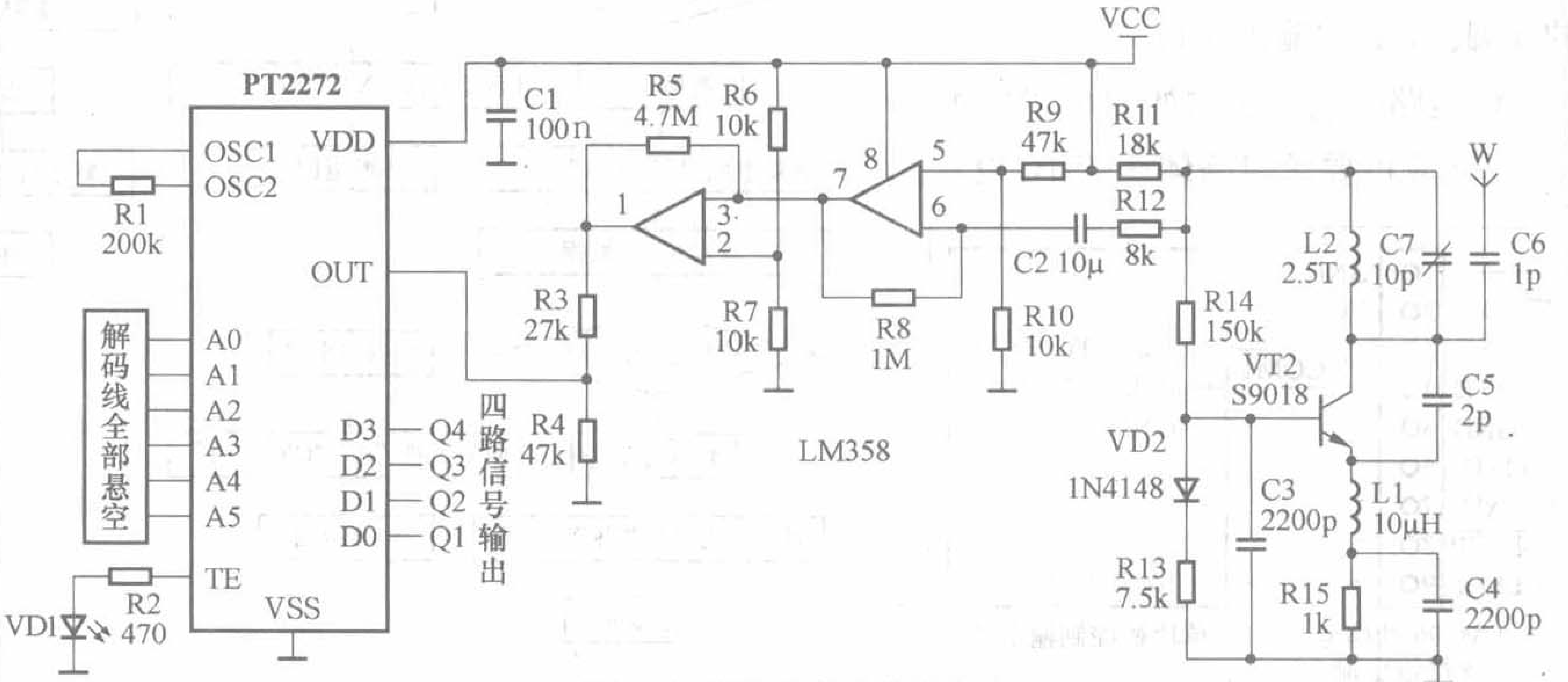


图3　PT2272构成4路接收电路

设计功能是在主持人按下复位键后，4路抢答按键转为无信号状态，随后主持人宣布题目，在主持人按下开始按键之前，如果有选手按下抢答按键，则视为违规性提前抢答，通过扫描单片机P1口4路信号输入，锁存按下复位键后、按下开始键前的所有违规抢答组，并通过P0口LED显示该组违规。

只有主持人按下开始键后，选手才可以开始抢答，其中违规组信号已被锁存，再次按键视为无效，只有无违规前科的抢答组才可以正常抢答，并且哪一正常抢答组最先按下发射器上的抢答键，P2口数码管就立即显示该组的组号并锁定，只有主持人再次按动复位键全部清0后，才能进行下一次抢答，功能所要求的程序流程见图4。

本设计硬件电路见图5，SB是复位键，S是开始键。图中C2、C3和B构成AT89S52的外部震荡电路，轻触开关SB来满足按键复位，Q1、Q2、Q3、Q4四路信号通过S9014驱动后进入单片机，若在按下自锁开关S前有人抢答，那么他所对应的P0口 LED灯就会指示该组违规，只有在按下S后，最先正常抢答的信号才从P2口输出，通过S9013驱动数码管，显示该组抢答获胜。图6、图7为抢答器和接收器电路板，通过调试，此设计达到了预期的功能，传输距离可以达到100m，如果采用发送接收芯片片选方式，很容易扩展为多路无线抢答器。实物照片见图8、图9，其中接收器上方左按键为开始键、右按键为复位键，右方所示为外接5V电源。指示灯显示：当按下复位后、按下开始前，按1号、3号抢答键，按开始键后按4号抢答键。所以LED指示1号和3号违规，数码管显示4号抢答。

抢答器源程序见本期配刊光盘。

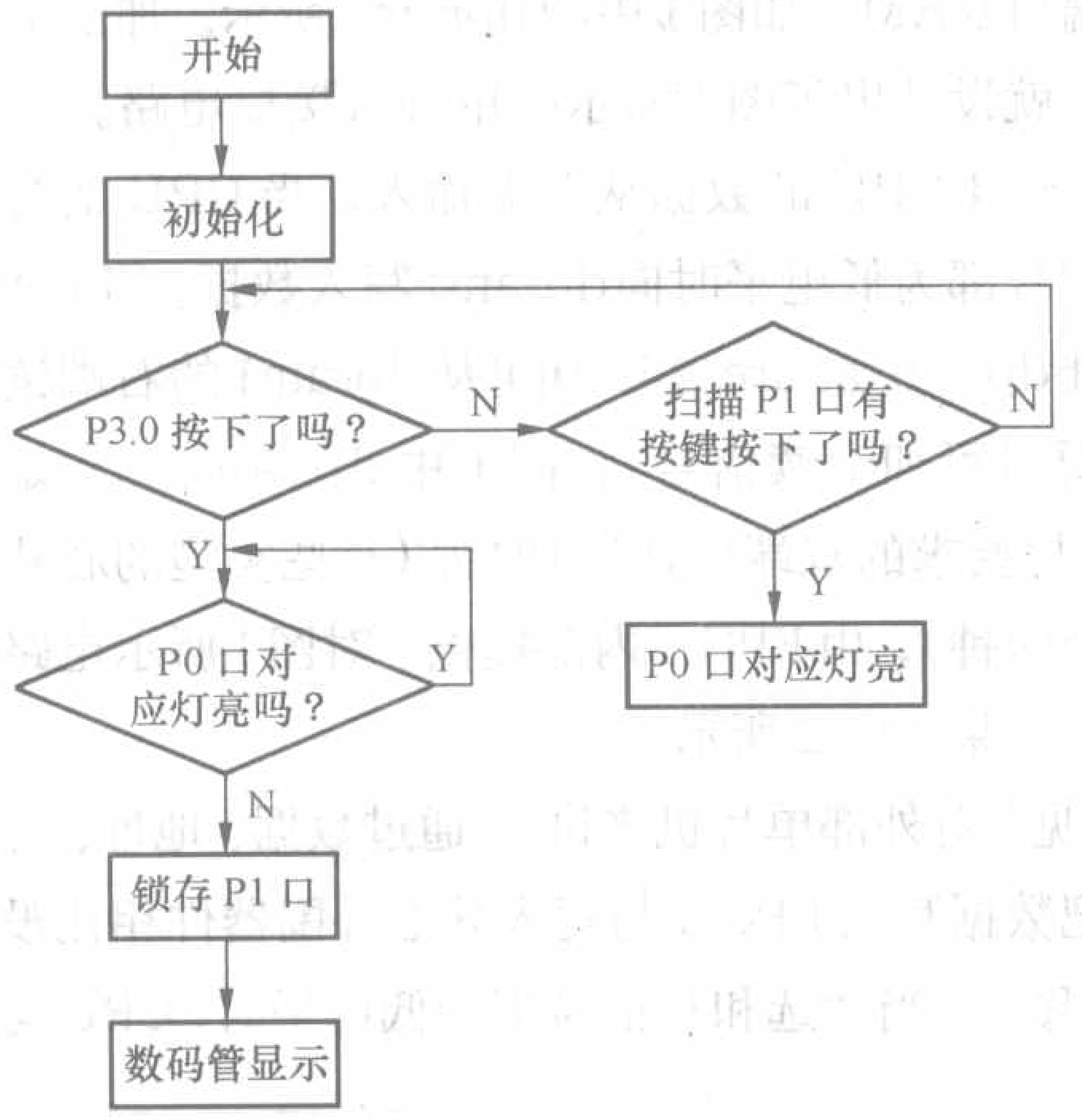


图4 四路无线抢答器程序流程图

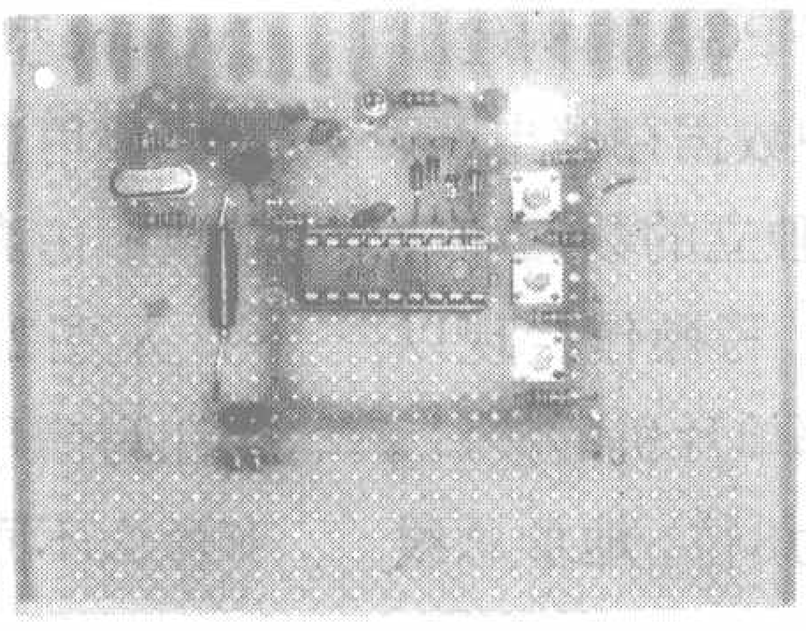


图6

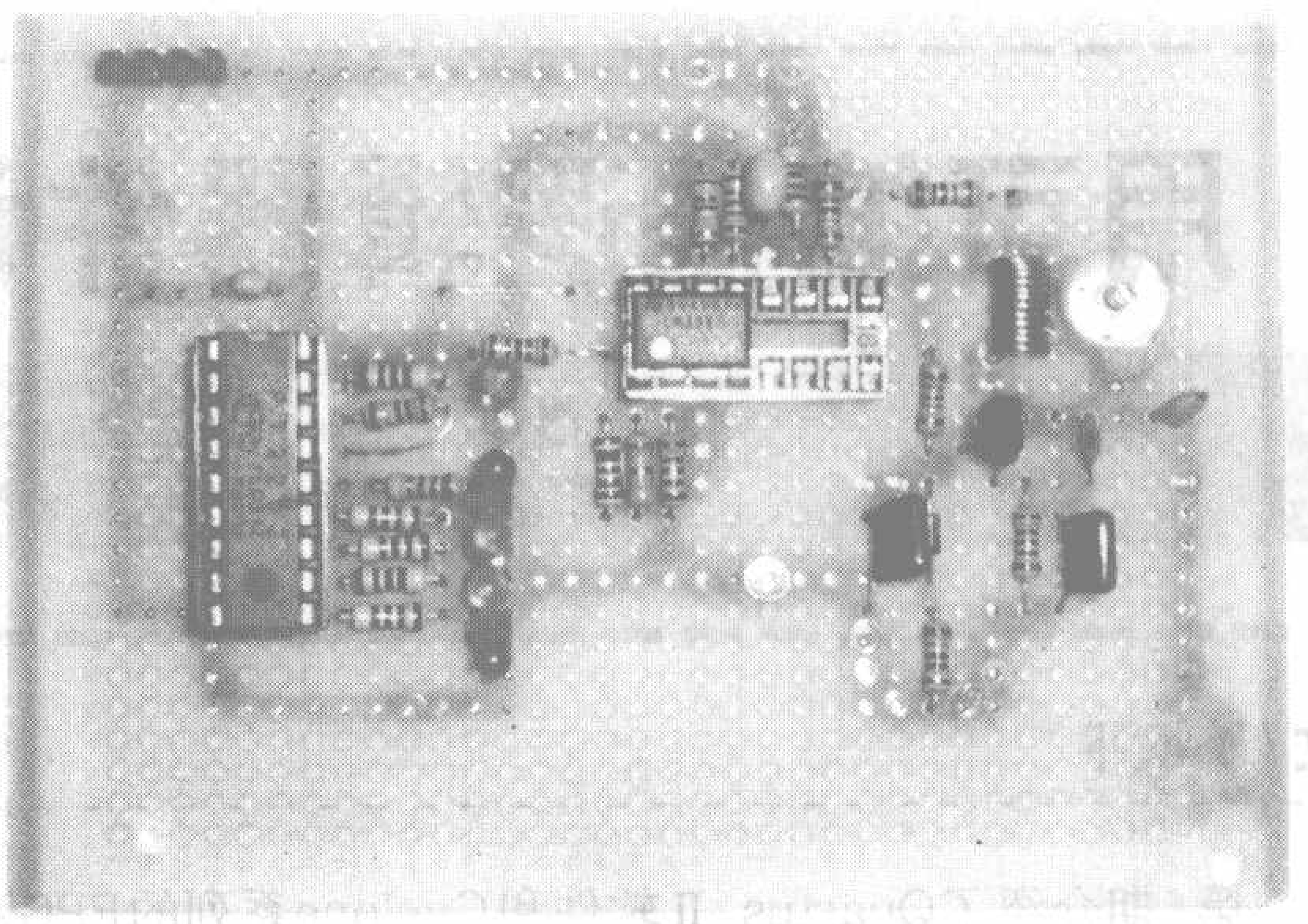


图7

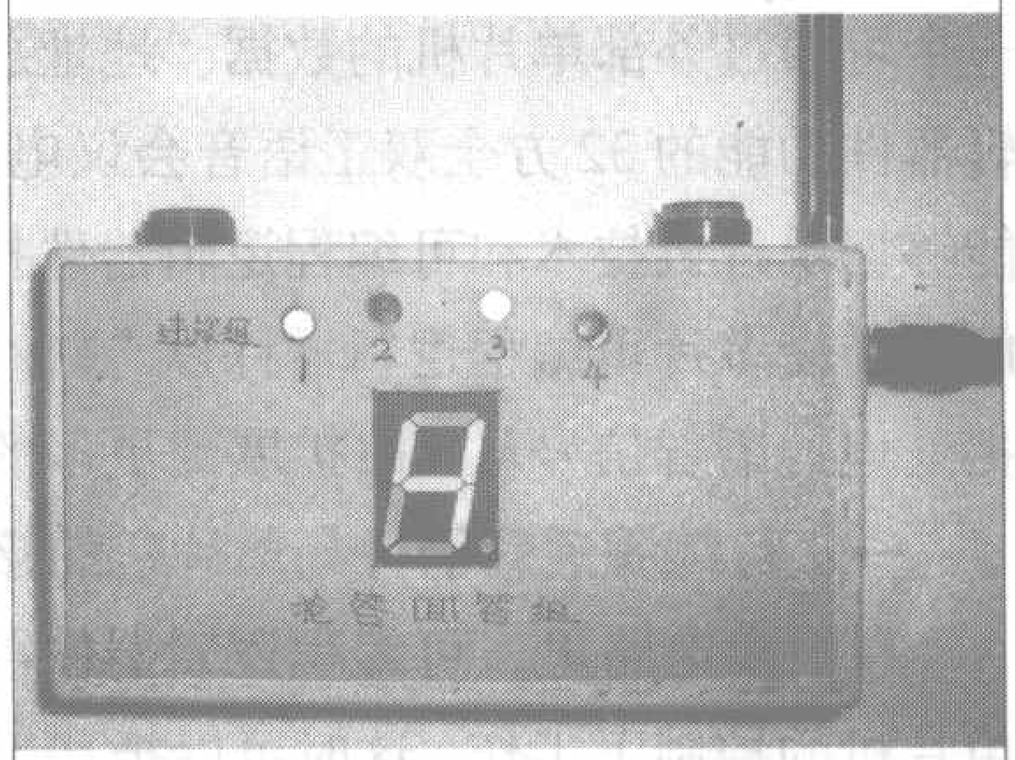


图8

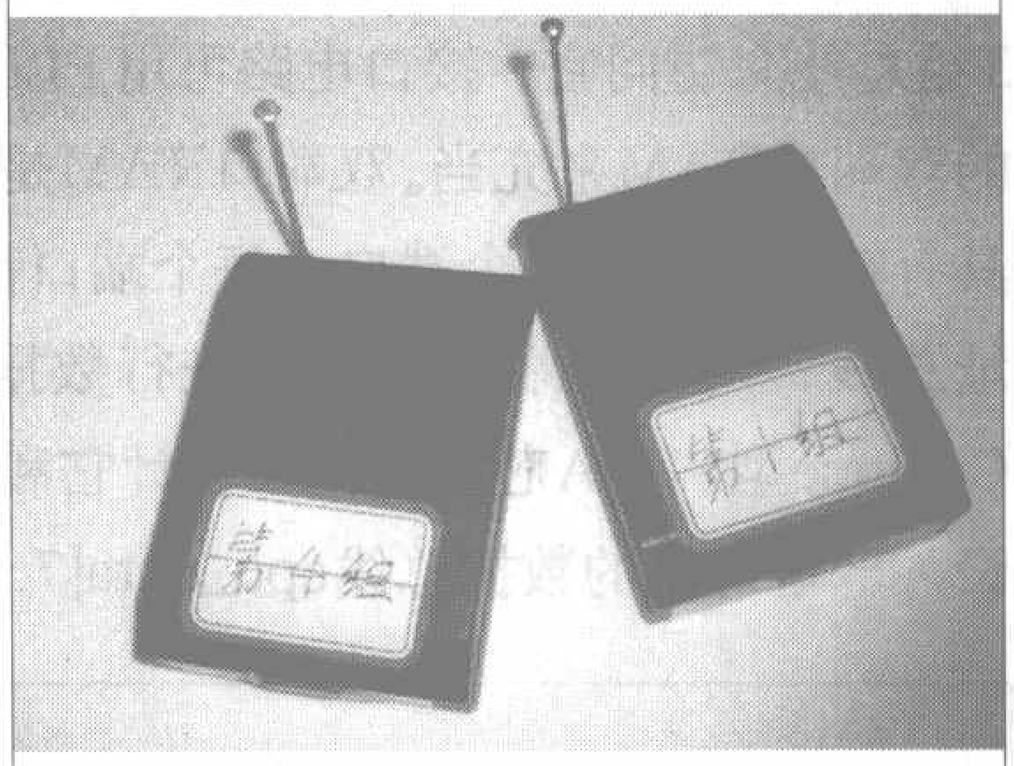


图9

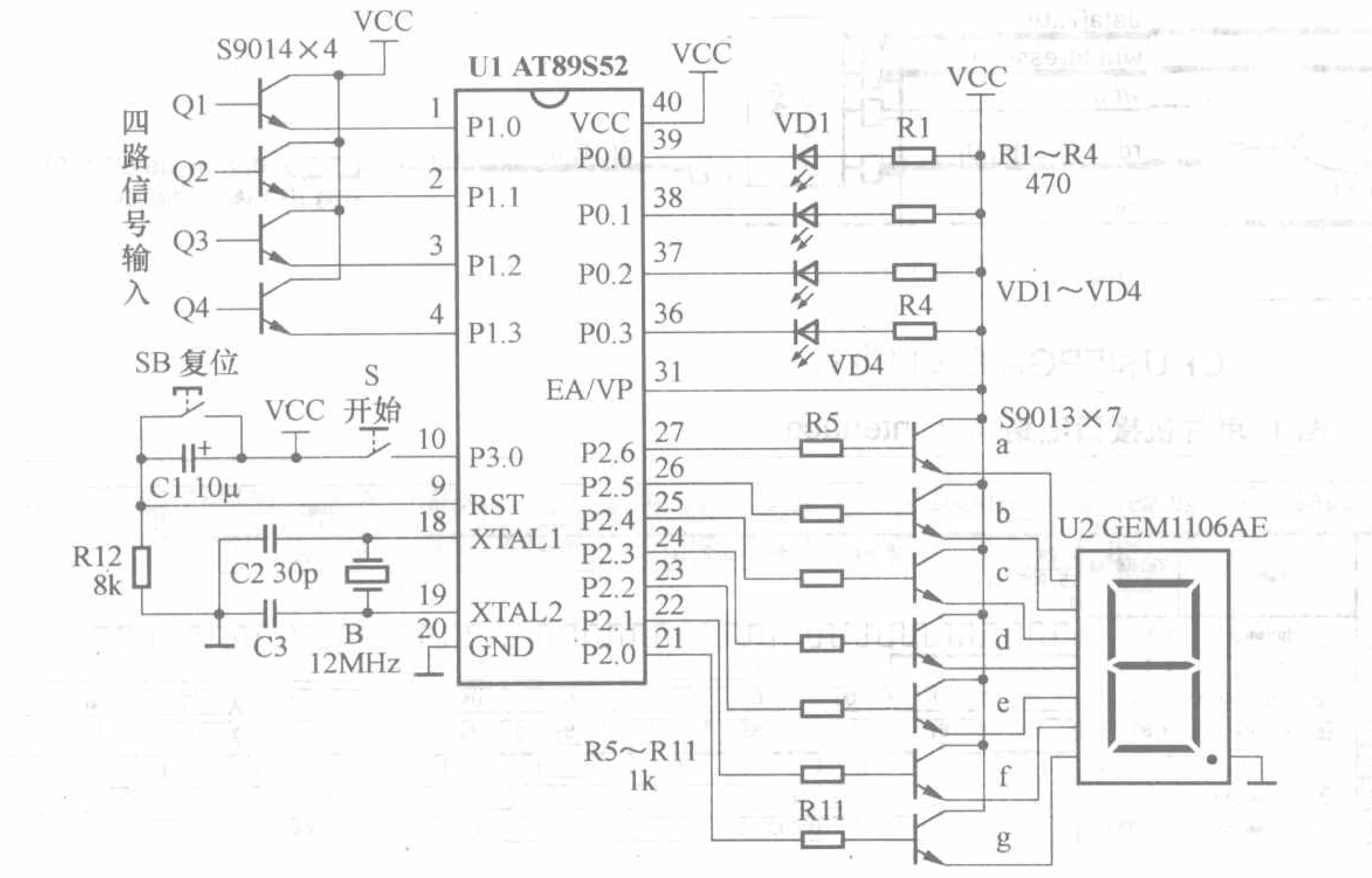


图5 四路无线抢答器单片机控制及外围电路

用可编程逻辑器件设计数字语音电路(6)

32方语音会议电路的设计

文/陈演平

第5期介绍了Quartus Ⅱ软件和Cyclone系列的FPGA芯片，本期将运用这些技术并综合已介绍的内容，设计出一个可通过外部单片机的数据、地址总线来控制可编程逻辑器件功能的32方全双工语音会议电路。通过这个设计，能够把单片机技术和可编程逻辑器件技术结合起来，并了解如何使多片可编程逻辑器件以“主/从”方式同步工作，把处理的语音信号从4路扩展到更多的路数。

一、可编程逻辑器件与单片机的接口电路

在很多电路里，可编程逻辑器件需要在外部处理器如单片机的控制下工作。这时可以把PLD或FPGA器件当作普通的单片机外围电路，利用单片机的数据、地址、控制3组总线来访问它，接口电路可用PLD或FPGA内构建出的双端口RAM来充当。双端口RAM是一种数据存储电路，具有输入和输出两个端口，每个端口都有独立的数据和地址总线，对两个端口可分别进行数据读、写操作。现以Cyclone型FPGA芯片为例来设计它和外部单片机的接口。设外部单片机的数据总线cpu_data[7..0]为8位，地址总线cpu_address[6..0]为7位，FPGA内的数据总线dpram_data[31..0]选用32位，相应的地址总线dpram_address[4..0]就是5位。CPU选中FPGA芯片时还要有个片选信号cs_n（“_n”表示低电平有效），通常由CPU的高位地址担任。因为在接下来的例子中只需要从单片机向FPGA写入控制数据，所以数据总线可简化为单向的，只用到外部CPU的写信号cpu_wr_n。

进入Quartus Ⅱ软件的功能插件管理器，选中“RAM：2-PORT（双端口RAM）”，按照提示一步步做下去，得到所需要的双端口RAM，如图1中的dpram1所示。加上输出入引脚等，就设计出了图1所示的单片机接口电路。

图1中，来自CPU的数据从左端输入，当CPU的写信号和片选信号都为低电平时向dpram1写入数据。FPGA通过内部地址dpram_address[4..0]可从dpram1的右端读出数据（必要时可加上读信号）。图1中dpram_clk是Cyclone型芯片要求的双端口RAM时钟（有些类型的芯片不需要用这个时钟），由FPGA内部提供。对图1所示电路做波形仿真，结果如图2所示。

从图2可见，对外部单片机来讲，通过数据、地址、片选和写信号把数据写入FPGA与写入其他外围器件相比没有什么不同。图2中当片选和写信号都为低电平时，CPU向

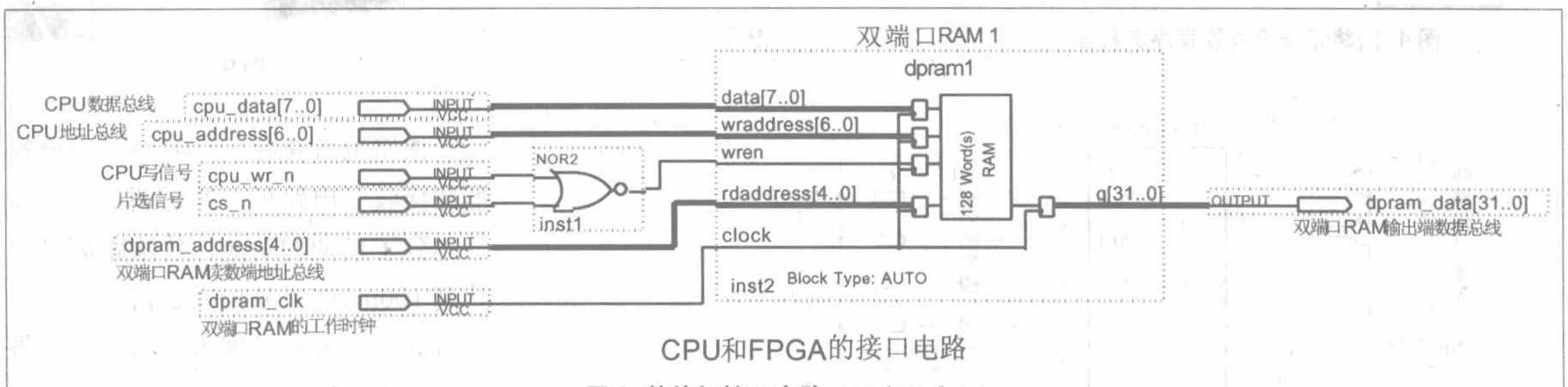


图1 单片机接口电路cpu_interface

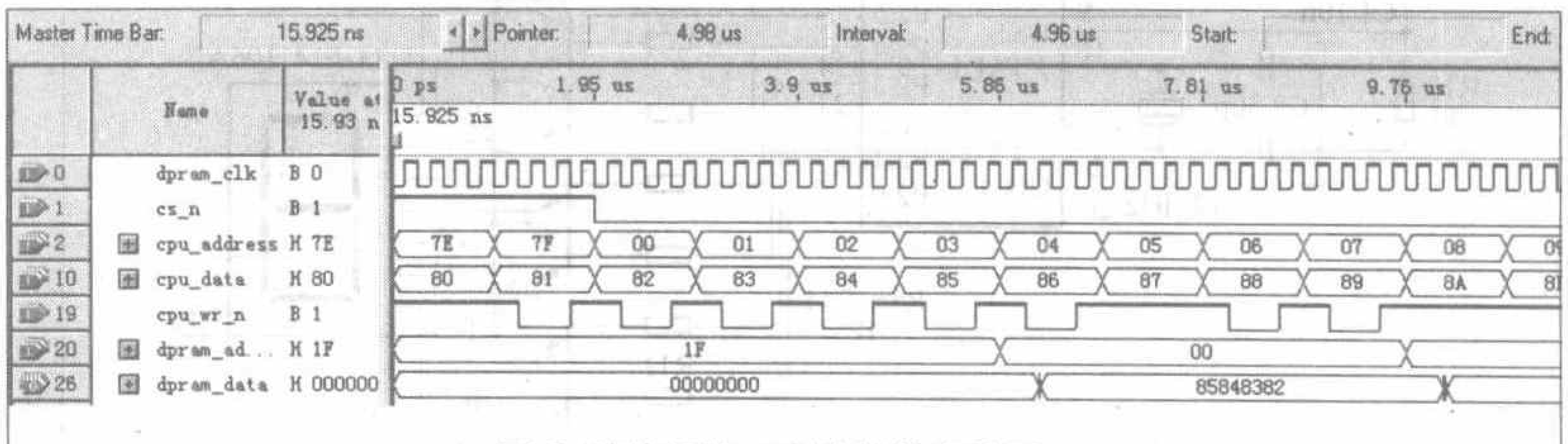


图2 单片机接口电路的仿真波形

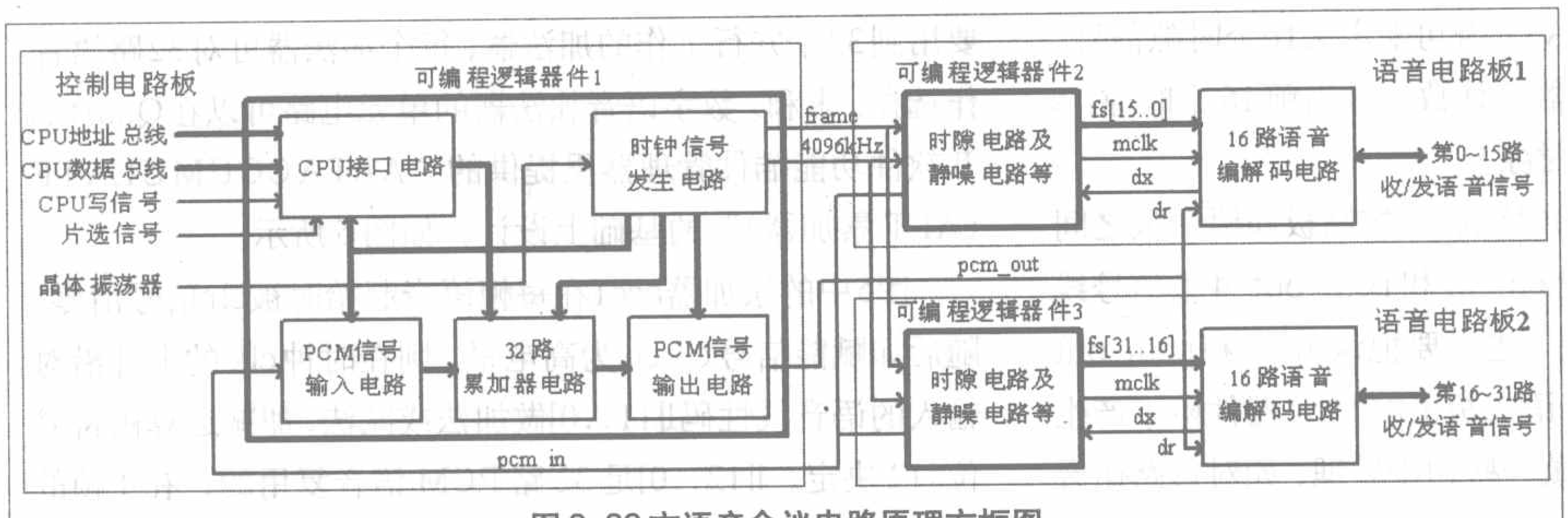


图3 32方语音会议电路原理方框图

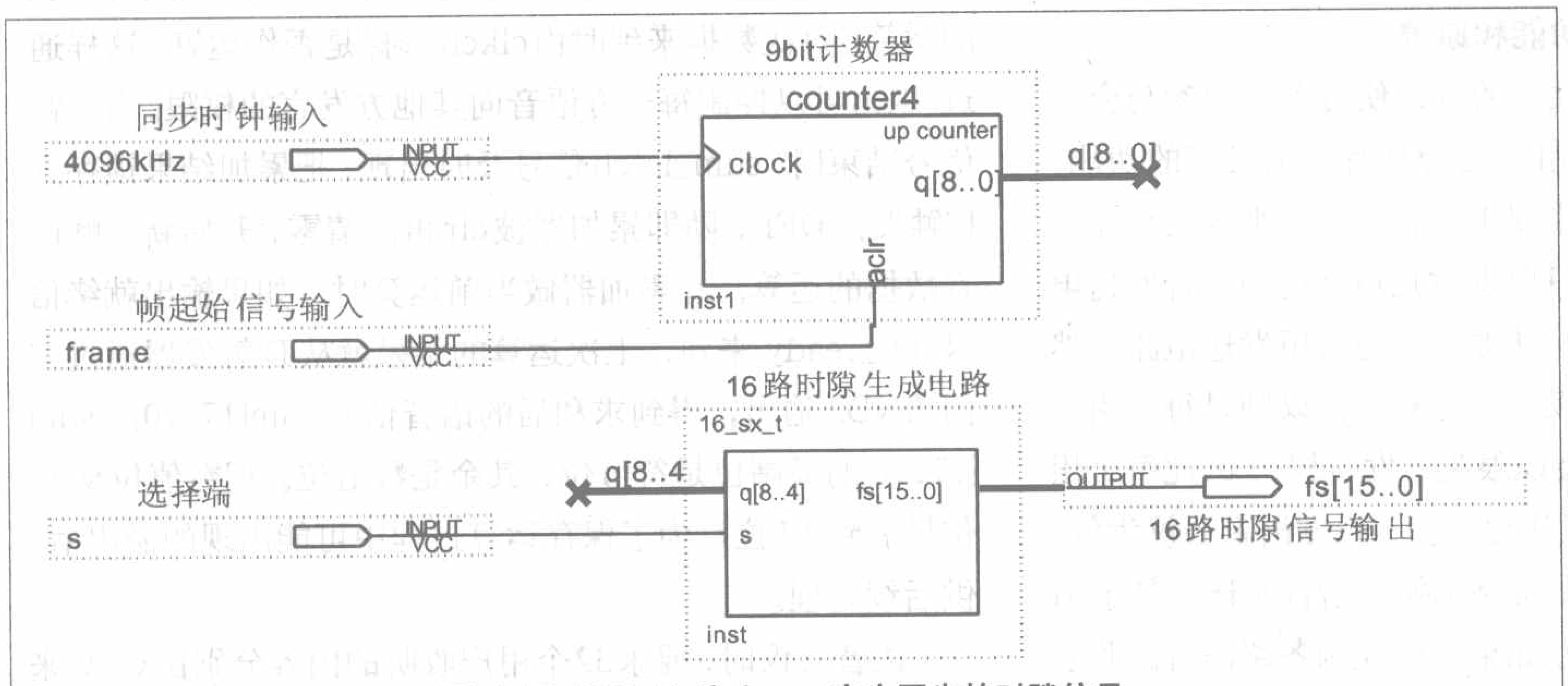


图4 用4096kHz和frame产生同步的时隙信号

dpram1起始的4个外部地址处各写入1个8位数据82、83、84、85，此后从dpram1输出数据的起始地址处就可得到1个32位的数据85848382（均为16进制数），其余可类推。因为许多单片机是8位的，所以外部数据总线用8位。FPGA内部使用32位是为了提高数据处理效率。从图2所示的输出波形还可以看到，数据是按照地址大小从左到右排列的。写入控制数据后，FPGA就能在单片机的控制下工作。

二、多片可编程逻辑器件同步工作

此前我们所做的数字语音电路实验都只有4路语音，由PLD或FPGA为每路语音分配收／发时隙，并通过调整各路收／发时隙的相对位置来交换语音（参见本文第1节）。现在我们要把这一技术推广到更多路的语音。当语音信号很多时，通常按一定规律（如16路语音为一组）把语音信号的输入、输出及编解码处理电路做在一块电路板上，再把多块这样的电路板通过母线电路板连接到具有数字语音处理功能的控制电路板。这时如仍然由1块可编程逻辑器件向所有的语音编解码芯片提供收／发时隙信号的话，就需要大量的板间互连线。更合理的办法是由每块语音电路板通过本板上的可编程逻辑器件产生固定的本板各路收／发时隙，控制电路板则把来自各语音板的PCM信号按照信号的去向在时间次序上重新排列后输出供每路接收。如0号用户的收／发时隙都固定为0号时隙、1号用户的收／发时隙都固定为1号时隙，那么只要把0号时隙来的信号安排到1号时隙发回去，1号用户就收到了0号的语音。在图3所示的电路系统中，使用了2块语音电路板，每板16路语音，收／发时隙均由本板的可编程逻辑器件产生，可选用规模较小的PLD器件。控制板则集中处理和分配各路PCM语音信号，可选用资源较丰富的Cyclone器件。

由于PCM信号有严格的时序要求，语音板上编解码器的时钟必须和控制板上的时钟同步，语音板自行产生的各路时隙信号也必须在时序上和控制板保持一致。因此，控制板上的可编程逻辑器件工作于“主”模式，输出frame信号作为语音板上每帧的起始标志，输出同步的4096kHz信号作为语音板的时钟。语音板则工作于“从”模式，受控于来自控制板的时钟，产生和控制板同步的时隙信号。图4所示是用PLD在“从”模式下产生16路时隙的电路。

图4中当frame来到时，计数器被清零，开始新的一帧。16_sx_t根据选择信号s和计数器信号q[8..4]来产生16个时隙，程序如下：

```
SUBDESIGN 16_sx_t
(q[8..4],s:INPUT;
fs[15..0]:OUTPUT;)
BEGIN
IF s= =0 THEN
FOR i IN 0 to 15 GENERATE
  fs[i]=(q[8..4]= =i);
END GENERATE;
ELSE FOR i IN 0 to 15 GENERATE
  fs[i]=(q[8..4]= =i+16);
END GENERATE;
END IF;
END;
```

程序中使用了GENERATE语句来定义16个时隙信号。当s设置为0时，根据计数器的计数值输出前16个时隙；s设置为1时则输出后16个时隙。

语音板产生本板所需的时隙后，控制板和语音板之间只需要frame、4096kHz、pcm_in和pcm_out 4条信号线互连。即使再增加32路语音，也只要把pcm_in和pcm_out信号线各增加1条就够了。语音板上的PLD器件除了产生时隙外，还能对PCM语音做一些初步处理，如对每路语音做静噪控制、调节和显示音量等，这里不再重复。

三、数字语音会议的功能和原理

语音会议是通过语音通信的方式使各个用户参与会议的技术。按照参与会议的用户是否具有自主发言的功能，可分为全双工语音会议和半双工语音会议。半双工会议的信号处理电路相对简单，只要少数几路公用的语音发送电路。用户发言时要先申请，获准后才能占用发送电路，然后以广播形式向其他用户发言。全双工会议则是每个用户可随时自由发言（除非被会议限制了发言权），因此每个用户都始终要占用1路语音发送电路。以32方语音会议为例，就要有32路语音发送电路，每路都要把语音发送给其余31方（自己不收自己的语音）。如果还要控制各路语音的收发权限的话，对所有各路语音都要加上控制开关，就要加992（32 × 31）个开关。不仅如此，因为每方都随时要接收其余方的语音，从理论上讲存在31方同时向1方讲话的可能，所以每方的接收电路里还要有1个能把所有发送来的语音合成为1路的语音加法器电路，总共就是32个语音加法器。因此，全双工语音会议的电路要比半双工复杂得多，而且复杂度和用户数量的平方成正比。

用模拟电子技术来设计语音会议电路时，需要使用大量的模拟电子开关和运算放大器，是一件很烦琐的事。把语音数字化后，处理的是PCM数字信号，32路信号可以在1条信号线上分时传输，用“0”、“1”来控制各路信号的收发权限，用数字累加器来实现多路语音的相加。所有这些功能都能用可编程逻辑器件做到。

多路语音相加是语音会议的关键技术。32方语音会议要用到32个并行工作的加法器，每个加法器可对32路语音作选择、求和。数字语音加法器的单元电路可以在Quartus Ⅱ软件功能插件管理器里提供的“ALTACCUMULATE（ALT累加器）”的基础上设计，如图5所示。

图5中的累加器acc1在每帧语音起始时被clr信号清零，随后如赋能信号clken为高电平，则在时钟clk的上升沿对输入的语音线性码l[11..0]做加法或减法，加减运算由符号位l12决定。l[12..0]是32路PCM语音复用的，在1帧的时间里（125μs）变化32次，累加器也相应地做最多32次的运算。每次数据来到时由clken选择是否作运算，这样通过clken可以控制每一方语音向其他方发言的权限。当一帧信号结束时，sum_latch信号及时出现，把累加结果锁存到D触发器DFF，随即累加器被clr再次清零，开始新一帧语音数据的运算。在累加器做当前运算时，如果输出就绪信号out_ready来到，上次运算的结果就从D触发器通过与门AND2输出，得到求和后的语音信号sum[17..0]。sum[17..0]的最高位是符号位，其余是数值位。把数值位从12位扩展到17位是为了保存运算过程中可能出现的溢出值，供后续处理。

语音会议时，要求32个用户收听的内容分别由CPU来控制，所以必须有32个独立控制的加法器单元。要把图5中的单元电路扩展到32个，并不需把它重复画32次。设图5中电路的文件名是1_adder.bdf，可先在Quartus Ⅱ的工具条上依次点“File（文件）”－“Create AHDL Include Files for Current File（为当前文件创建AHDL包含文件）”，得到文件1_adder.inc，再在下面的AHDL程序里把它包含进去就行了：

```
INCLUDE "1_adder";
SUBDESIGN 32_adder_t
(l[12..0],clk,clken[31..0],
clr,sum_latch,out_ready[31..0]:INPUT;
sum[17..0]:OUTPUT;)
VARIABLE
adder[31..0]:1_adder;
```

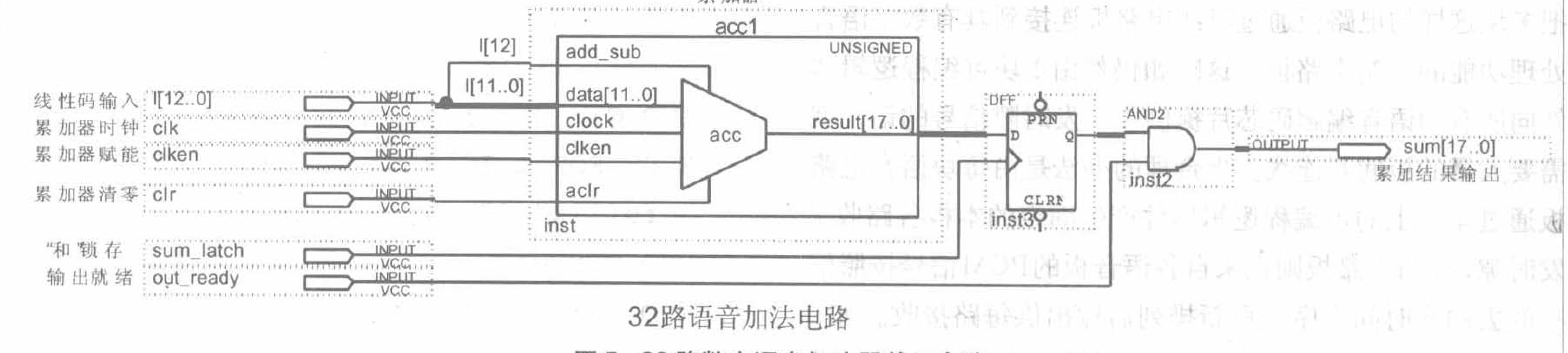


图5 32路数字语音加法器单元电路

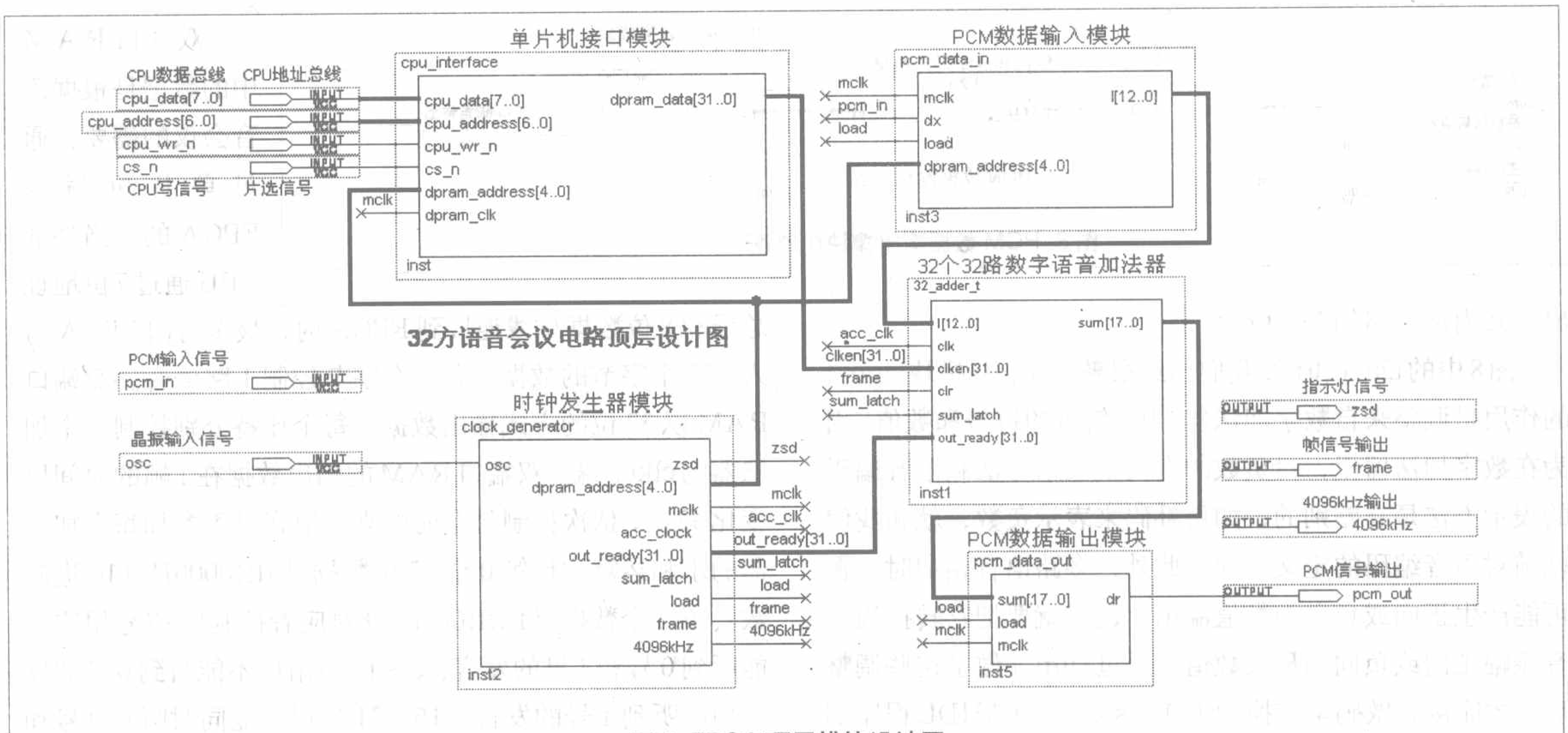


图6 FPGA顶层模块设计图

```
BEGIN
adder[].clr=clr; adder[].clk=clk;
adder[].sum_latch=sum_latch;
adder[].l[]=l[];
FOR i IN 0 TO 31 GENERATE
adder[i].clken=clken[i];
adder[i].out_ready=out_ready[i];
sum[]=adder[i].sum[];
END GENERATE;
END;
```

这段程序先定义32个变量adder[31..0]，每个都是如图5所示的加法器单元1_adder。然后定义公共的输入信号(空括号[]是[31..0]的省略表示法)，单独的输入和输出信号则由GENERATE语句来定义。由程序可创建出含有32个独立加法器的电路模块32_adder_t。

四、32方语音会议电路的FPGA设计图

32方语音会议电路的原理方框图如图3所示，核心的数字语音会议功能由图3所示控制电路板上的可编程逻辑器件1来实现，采用的是“Quartus Ⅱ软件+Cyclone芯片”的设计技术，芯片型号选EP1C6T144C8。图6所示是Quartus Ⅱ里的32方语音会议电路顶层模块设计图。

图6中共用了5个顶层模块符号，顶层模块内可包含一些下层模块。各个模块用电路图、AHDL语言或两者混合的方式来设计。单片机接口模块和32个32路数字语音加法器模块已分别在前面介绍过了。时钟发生器模块以外部晶振（频率是4096kHz或其整数倍）为基准，产生电路所需的各种时钟信号，包括我们以前多次用到的zsd、mclk、load、frame信号，还有语音加法器所需的各种时钟信号和双端口RAM读数端的地址信号dpram_address[4..0]等。

图6中PCM数据输入模块的功能是完成1帧32路PCM信号的串/并行转换和A律码/线性码转换，内部电路如图7所示。

图7中，输入的PCM信号通过s2p模块转换成并行数据，用load信号按照地址dpram_address[4..0]写入双端口RAM暂存。数据被读出后送往码型转换模块，码型转换模块是32路语音信号分时复用的，在1帧的时间里做32次转换。

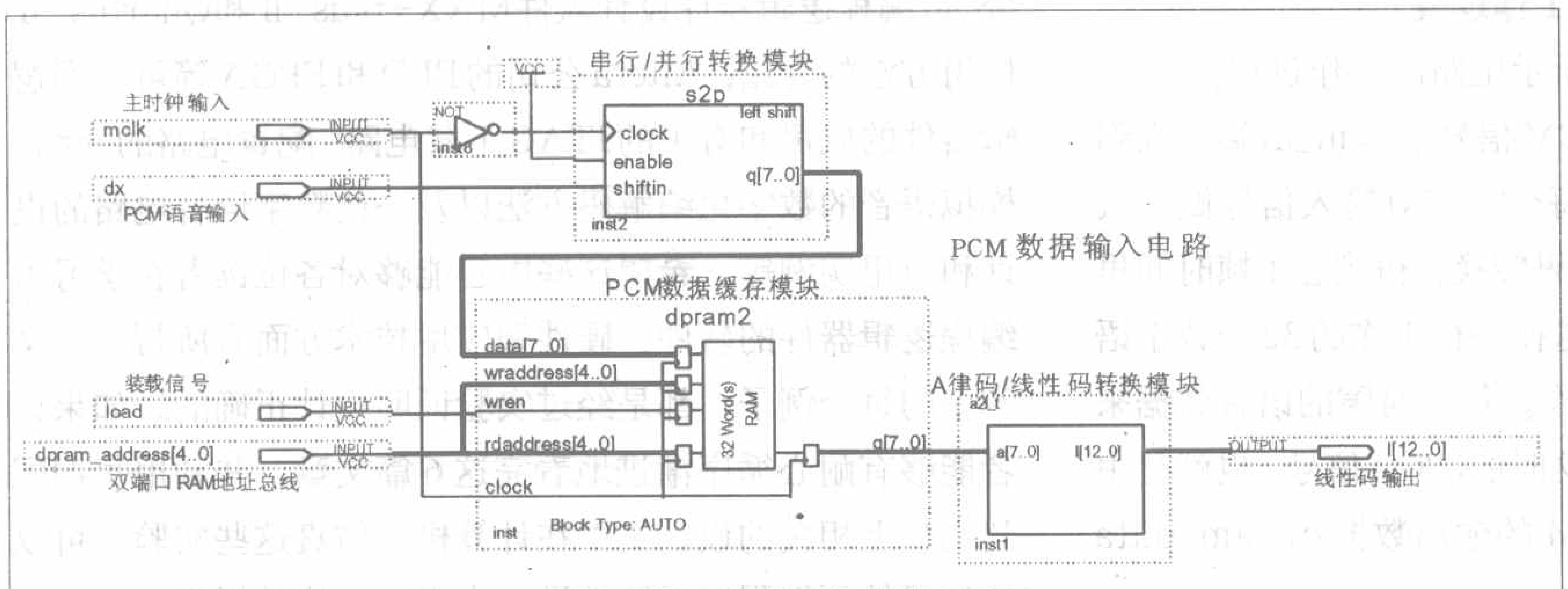


图7 PCM数据输入模块电路图

图6中的PCM数据输出模块也是32路语音信号分时复用的，功能是调整加法器输出信号的符号及数值、转换线性码为A律码、再转为串行输

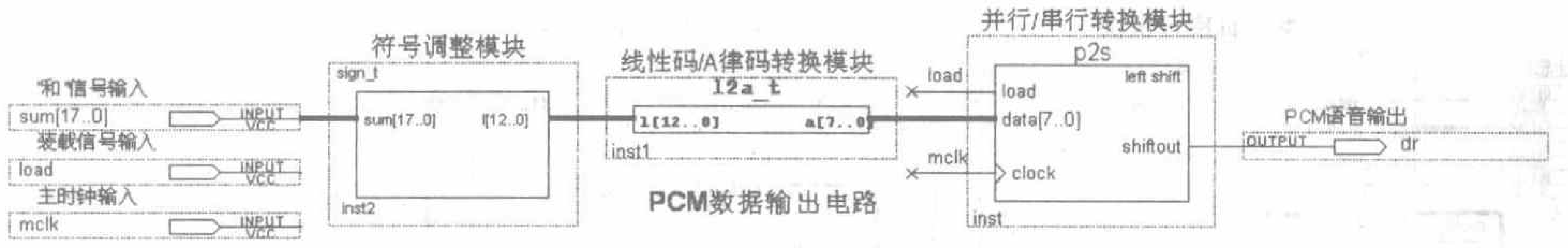


图 8 PCM 数据输出模块电路图

出。其内部电路如图 8 所示。

图8中的l2a_t和p2s我们已经很熟悉了。新模块sign_t的作用是调整来自数字加法器"和"信号的符号和数值。因为在数字加法器里，对负数的定义及表示方法和语音编码的表示方法是有差别的，如用补码来表示负数，就和我们以前对语音编码的定义不同。此外，多路语音相加时，很可能产生正向或负向的数值溢出，这时就要把它转换为语音振幅正向或负向的最大数值。通过 sign_t 做了这些调整后，才能接着做码型转换的工作。sign_t 的 AHDL 程序如下：

```
SUBDESIGN sign_t
(sum[17..0]:INPUT;
l[12..0]:OUTPUT;)
BEGIN
IF sum17= =0 THEN
  IF sum[16..12]= =0 THEN
        l12=B"1";
        l[11..0]=sum[11..0];
  ELSE  l[12..0]=H"1fff";
  END IF;
ELSIF sum[16..12]= =H"1f" THEN
        l12=B"0";
       l[11..0]=0-sum[11..0];
  ELSE  l[12..0]=H"0fff";
  END IF;
END;
```

在本期的配刊光盘里，有对以上设计的详细说明。

五、32 方语音会议电路的工作过程

现在来简要叙述一下图 6 所示电路的工作过程。

来自语音电路板的32路PCM信号从pcm_in端输入到FPGA。PCM 数据输入模块每个时隙对输入信号做一次串／并行转换和 A 律码／线性码转换，得到在 1 帧时间里变化 32 次的线性码 l[12..0]，送往并行工作的 32 个数字语音加法器。各个加法器独立工作，每个时隙的语音数据来到时是否对数据求和，取决于这时的clken信号，也就是由单片机接口模块中双端口 RAM 的输出数据 dpram_data [31..0]控制。

双端口 RAM 中的数据是根据语音会议的需要，通过单片机写入 FPGA 的。当外部 CPU 通过 7 位地址总线和 8 位数据总线连接到 FPGA 时，最多可向 FPGA 写入 128 个字节的数据，每 4 个字节控制 1 路语音。双端口 RAM 以 32 位的方式输出数据，每个比特分别控制一个加法器的 clken 端。双端口 RAM 的输出数据在 1 帧的时间里变化32次，依次控制每个时隙来的语音是否参加每个加法器的求和运算。设第 0 个 32 位数据是 ffff0000H（16 进制数）、第1个数据是ffffff00H，就对应着控制0～7号用户不能听到 0 号和 1 号的发言、8～15 号用户不能听到 0 号的发言但能听到 1 号的发言、16～31 号用户能同时听到 0 号和 1号的发言等，其余可类推。通过单片机输入不同的控制数据，无论是全体会议、部分会议还是多组会议等功能都可以实现。交换、监听、广播作为语音会议的特例，只要改变控制数据也能够用同样的电路来实现。单片机写入双端口 RAM 的数据只要没有被刷新就始终不变，对语音会议的功能控制也保持不变。要改变会议功能，只要通过单片机向 FPGA 写入新的控制数据就行。

out_ready[31..0]信号用来分别选通各个加法器的输出，使32个加法器的求和输出数据在每帧时间里分时复用sum [17..0]总线。PCM数据输出模块对每次输入的sum[17..0]数据做符号调整、码型转换，最后按照时序把并行数据转换成串行，从 pcm_out 端分时输出 32 路 PCM 数据到语音电路板，解码为模拟语音。这样，每个用户就可以在语音会议中按照单片机的控制来行使自己的各种发言和收听功能了。

六、结束语

"用可编程逻辑器件设计数字语音电路"系列文章的连载到本期就结束了。回顾这些文章的内容，可以分成 3 部分：可编程逻辑器件设计软件MAX+plus Ⅱ和Quartus Ⅱ使用方法的介绍；Altera 公司的 PLD 和 FPGA 等可编程逻辑器件的应用和有关的JTAG下载电路、配置电路的介绍；模拟语音的数字化编解码方法以及一些数字语音电路的设计和应用实例等。希望这些内容能够对各位读者在学习可编程逻辑器件的软件、硬件和应用技术方面有所帮助。文章中的每个例子，都是经过实验证明设计正确的。如果读者能够有耐心循序渐进地看完这 6 篇文章，并利用每期配刊光盘上相关的设计文件在计算机上仿真这些实验，可以使自己的可编程逻辑器件设计水平有更快的提高。

体验 MultiSIM 9

图形化开发平台LabVIEW8.2简介及应用举例

文 / 黄晓艳

体验MultiSIM 9系列文章之一中已经提到，电子仿真软件MultiSIM 9一个最主要的特点就是容纳了美国国家仪器公司(简称NI公司)的LabVIEW技术，在它的界面右侧新增了4台采样虚拟仪器。因为加拿大的IIT公司现在已经隶属于NI公司，从MultiSIM 9开始，包括最近推出的MultiSIM 10，除了保留了原EWB的操作界面、操作方法之外，都增加了NI公司的虚拟仪器技术和功能。

随着科学技术的不断发展和进步，人们最早使用的测量仪器是模拟指针式电表，后来发展到数字式电表，然后又有智能化仪表，目前和今后，虚拟仪器仪表技术必将由于计算机的普及而得到迅速发展。LabVIEW(Laboratory Virtual Instrument Engineering)，可以理解为实验室虚拟仪器集成环境，它是一种用图形来编程的语言，所以有人把它称为“G”语言(Graph图形)。“C”语言是用枯燥繁杂的字符代码来编程的，用LabVIEW的“G”语言编程，基本上可以不写代码，而是用工程师们所熟悉的图标和框图来“绘制”程序流程图，显得生动和形象。掌握了LabVIEW软件编程技术，再将计算机的屏幕作为虚拟仪器的硬件，人们就可以随心所欲地“制造”出自己所需要的各种高性能测量仪器。

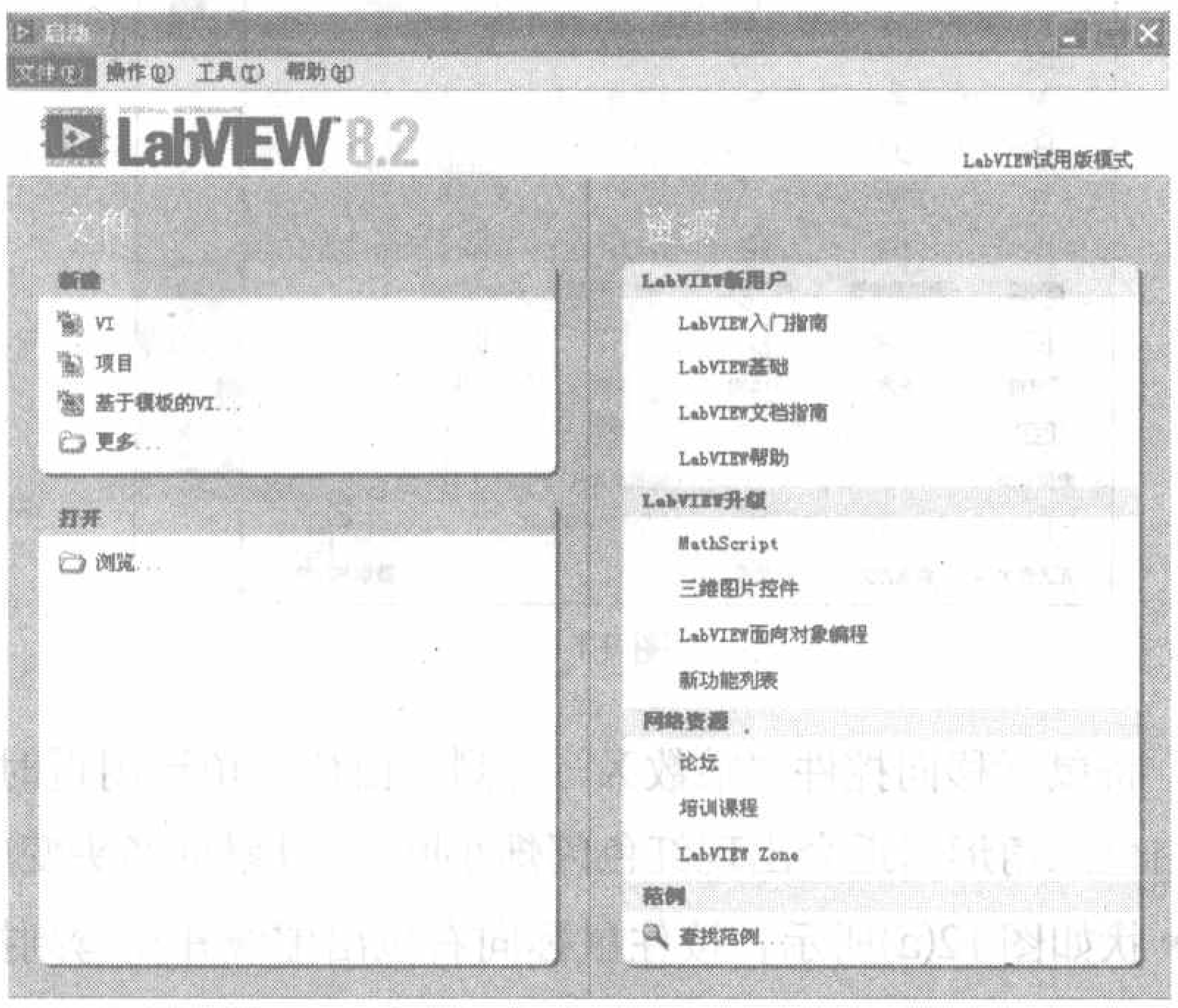


图1

NI公司在庆祝创建20周年之际，专为国内用户推出中文版LabVIEW8.2软件，下面以一个简单的乘法器应用程序例子来说明该软件的使用方法，作为一块引玉的砖，希望有更多的读者学习和掌握这门新技术。

打开中文版LabVIEW 8.2的界面如图1所示，由于界面都是中文，读者可以自己去探索和了解各项功能的用途，为节省篇幅，在此不作详细解释。

点击主菜单“文件/新建 VI”，即可创建一个应用程序NI，并自动打开前面板和后面板如图2所示，前、后面板切换可以通过按键盘上的“Ctrl+E”键来实现。

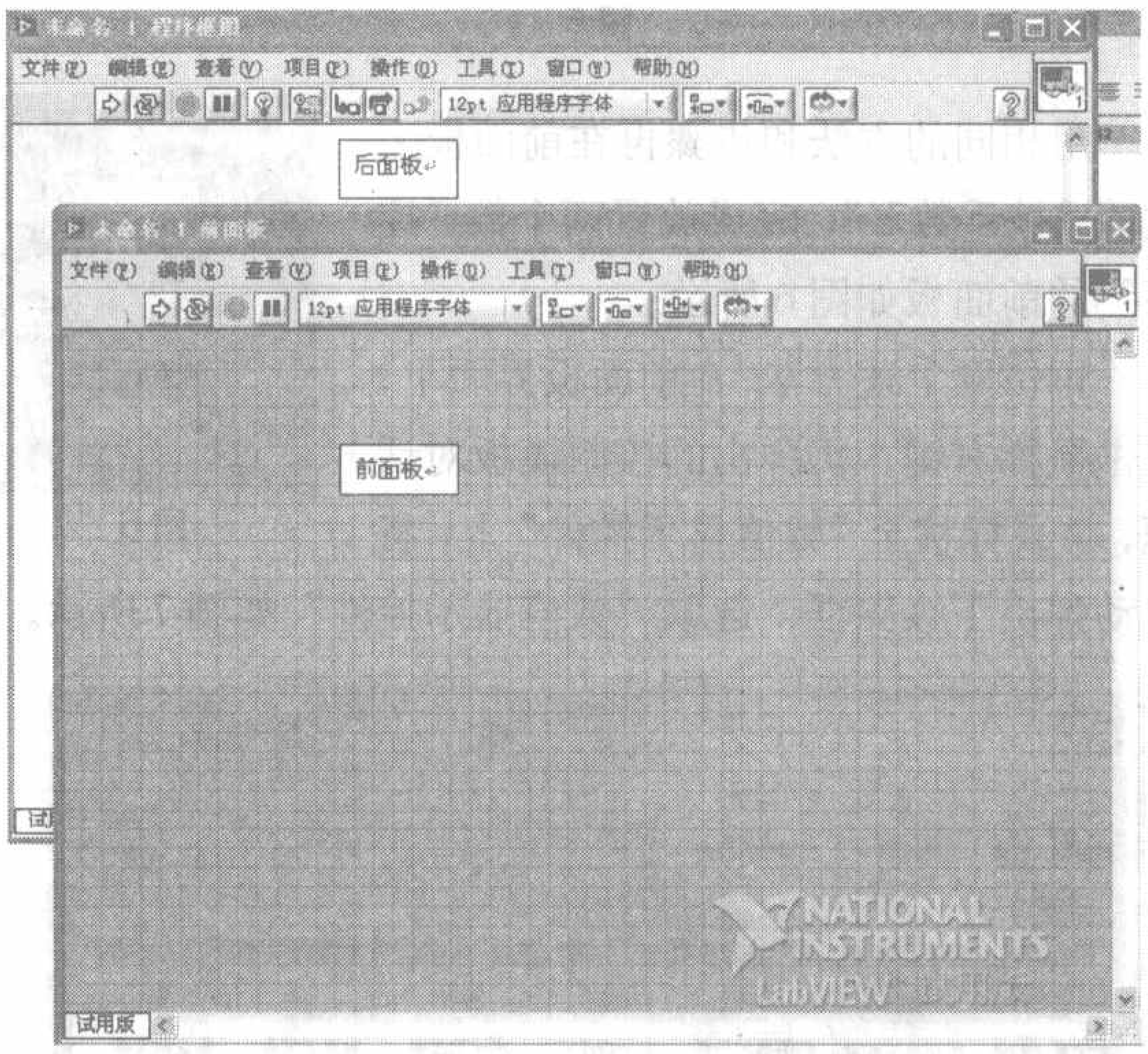


图2

在前面板界面下，点击鼠标右键，将弹出“控制”模板对话框如图3所示，将鼠标移到“数值输入控件”图标上，又会自动弹出下级“数值输入控件”图

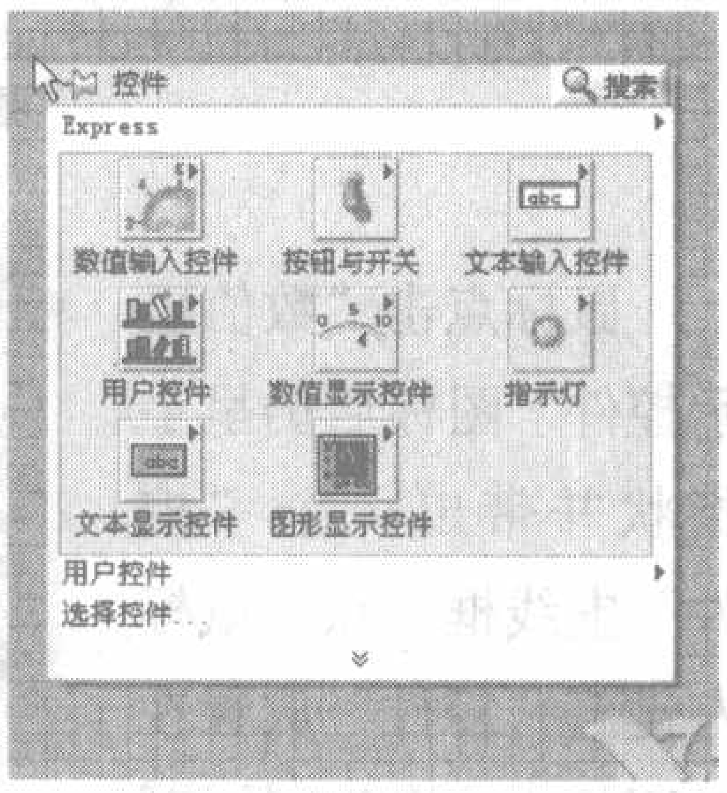


图3

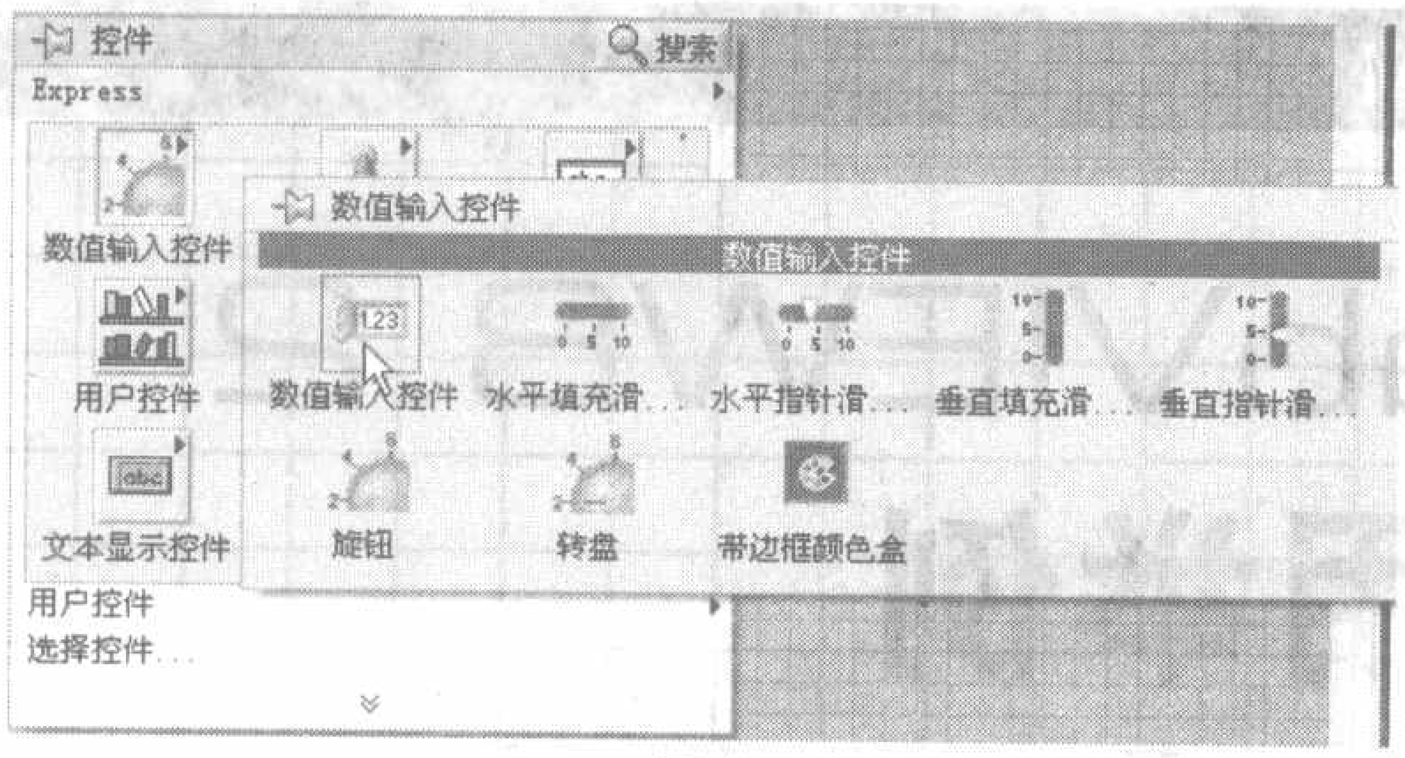
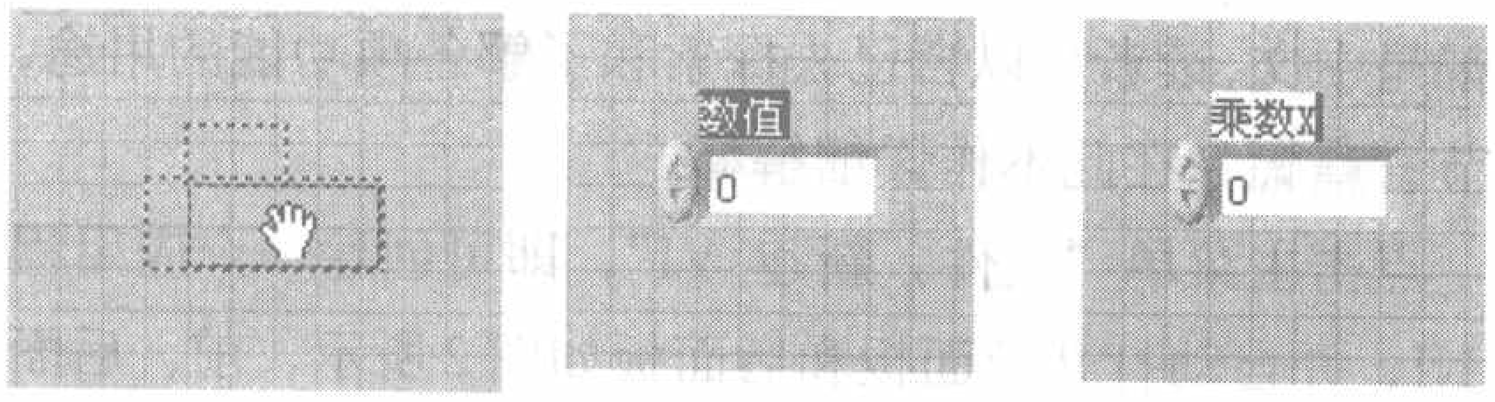


图4

框，选取其中的“数值输入控件”图标如图4所示。

用鼠标点击“数值输入控件”按钮后鼠标呈手指状并带出一个“控件”虚线框如图5(a)所示，点击鼠标左键将“控件”放置在前面板上如图5(b)所示，并在“数值”栏内输入“乘数X”如图5(c)所示。



(a)　(b)　(c)

图5

用相同的方法和步骤再在前面板上放置“被乘数Y”，完成放置两个数“控件”的前面板如图6所示。

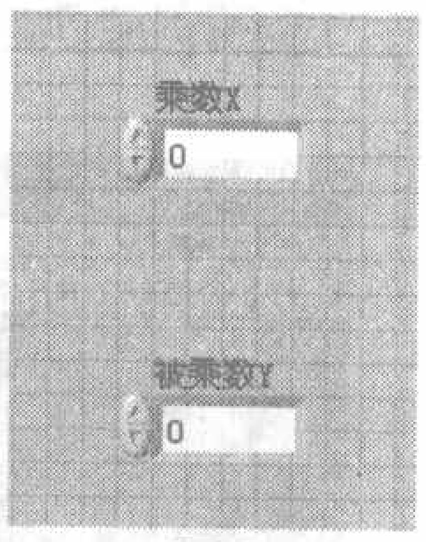


图6

再仿照上述方法，在前面板界面下，点击鼠标右键，仍弹出的控制模板对话框，将鼠标移至“数值显示控件”上，将自动弹出下级图框，选取“数值显示控件”如图7所示。

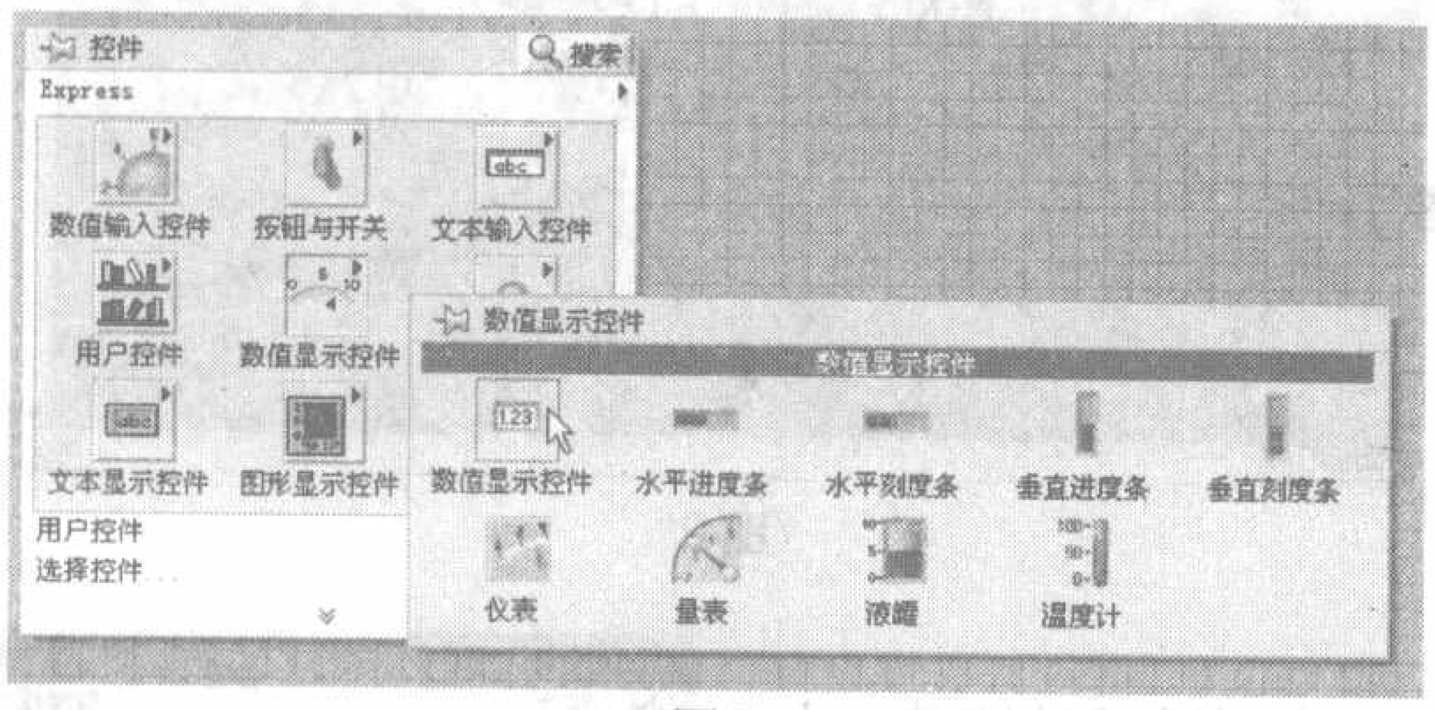


图7

鼠标点击“数值显示控件”图标后仍呈手指状并带出一个“控件”虚线框，点击鼠标左键将“控件”放置在前面板上，并在“数值”

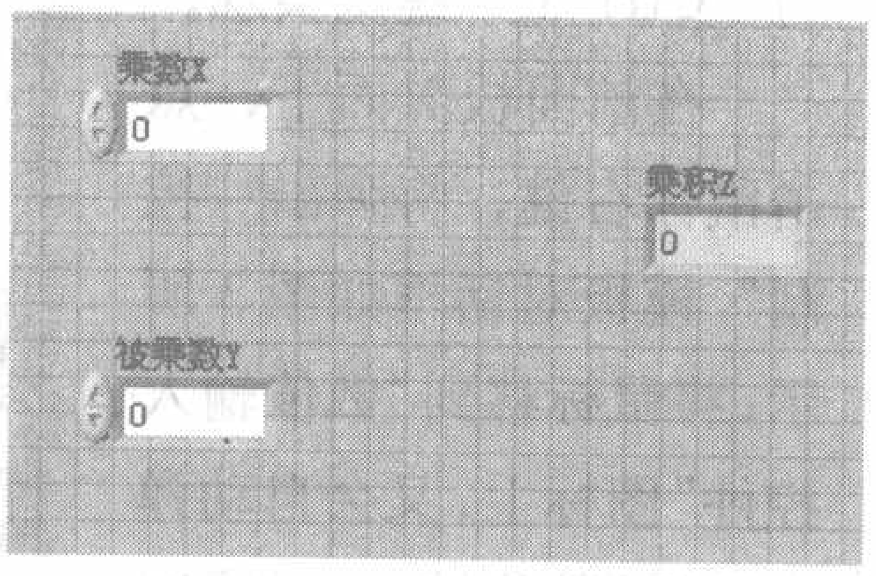


图8

框内输入“乘积Z”，如图8所示。

按下键盘上的“Ctrl+E”键，将前面板界面切换到后面板界面，在后面板界面上可以看到如图9所示3个对应的“控件”图标。

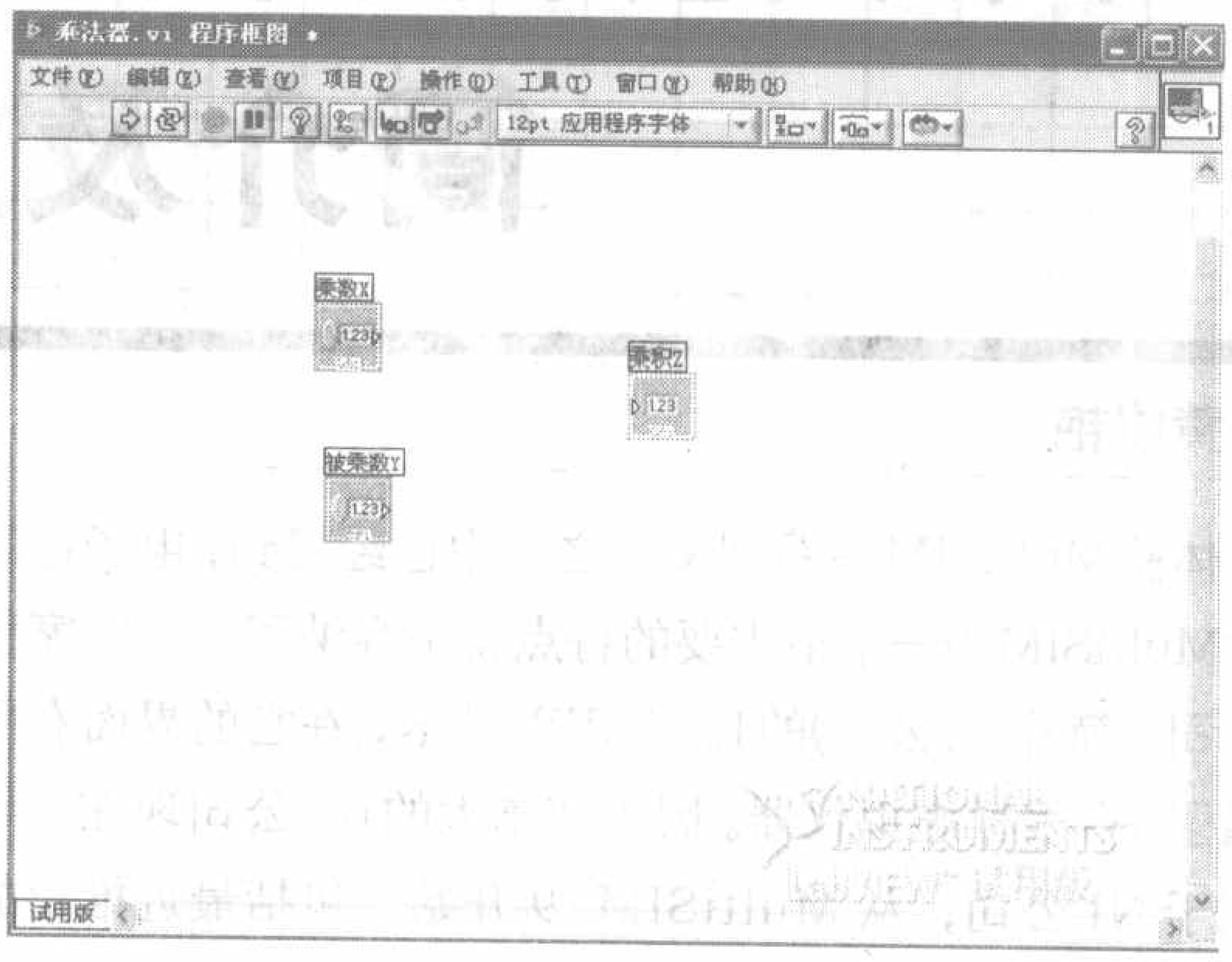


图9

在后面板界面上点击鼠标右键，将弹出“函数”控件图框，将鼠标移至“算术与比较”图标上，又将自动弹出下级图框如图10所示。

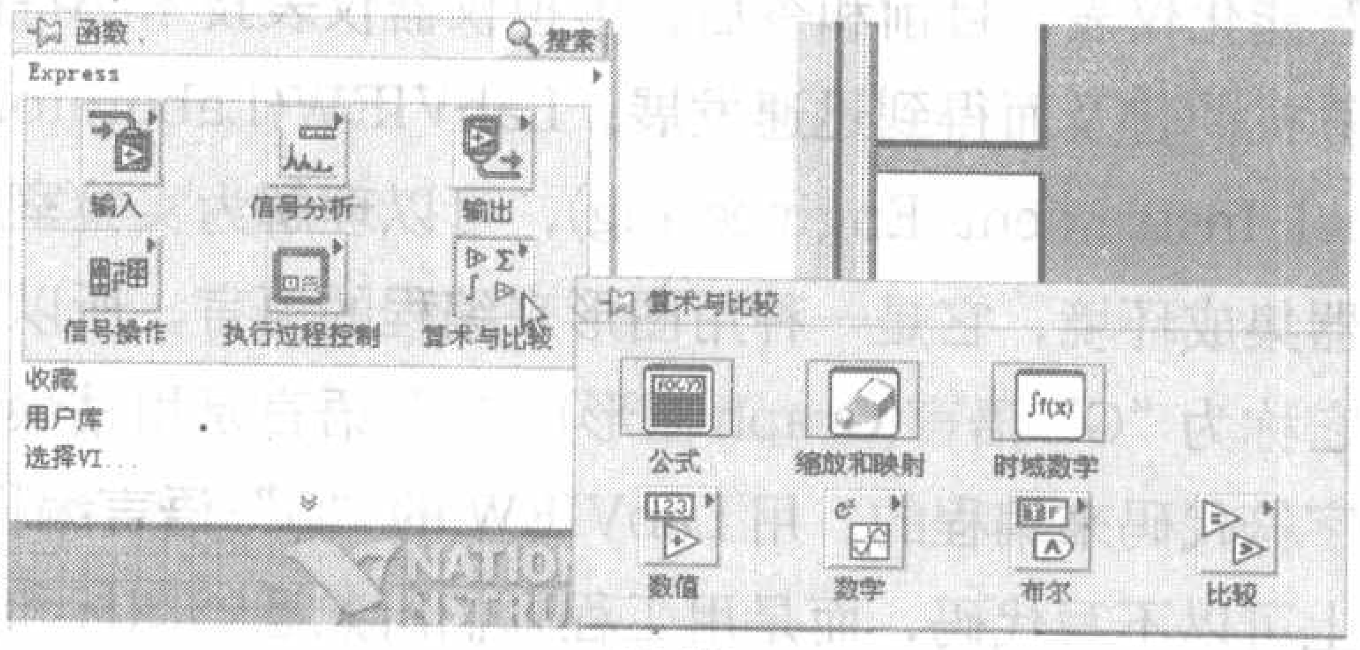


图10

将鼠标移至“数值”图标上又会弹出下级图框如图11所示，选取其中的“乘”图标将其放置到后面板上。

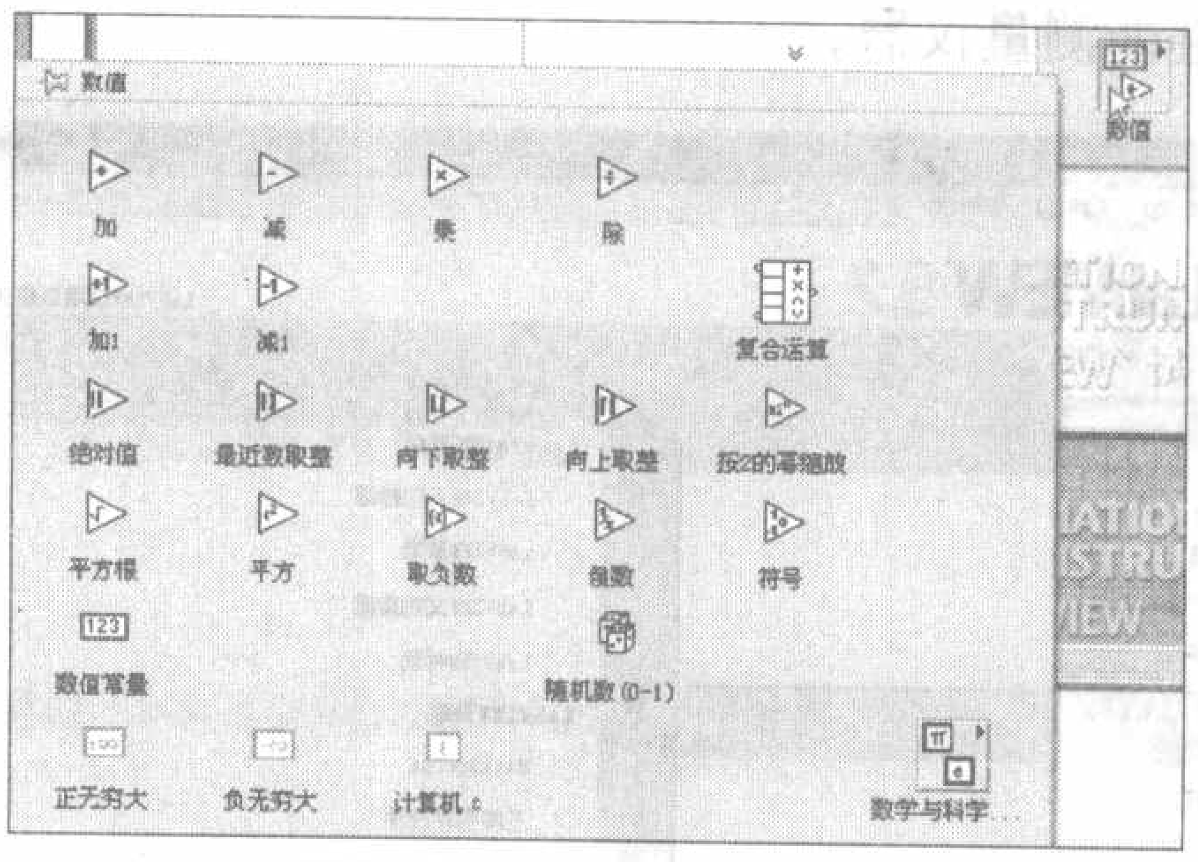


图11

将鼠标移向控件“乘数X”右侧小白色三角形附近时，小白色三角形附近会出现红色闪烁小圆点，且鼠标箭头变成 状如图12(a)所示；按住鼠标向右拉出虚线并拐弯到控件“乘积Z”左侧输入端小白色三角形处点击鼠标左键，即

完成连接如图12(b)所示；全部连线完成见图12(c)所示。

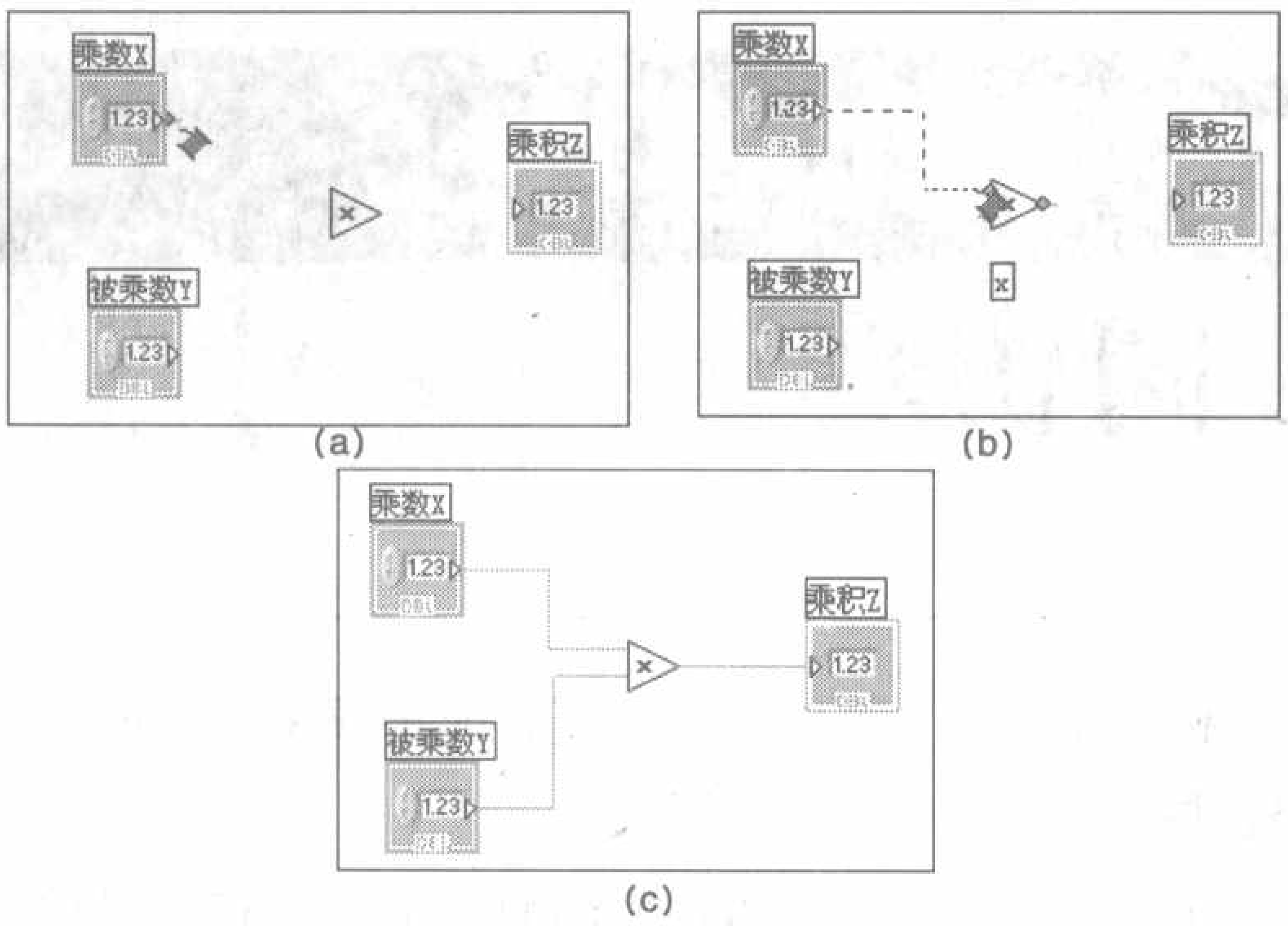


图12

最后在后面板界面上点击鼠标右键，将鼠标移至弹出的“函数”控件图框中的“执行过程控制”上，又将自动弹出下级图框选取“While循环”如图13所示。

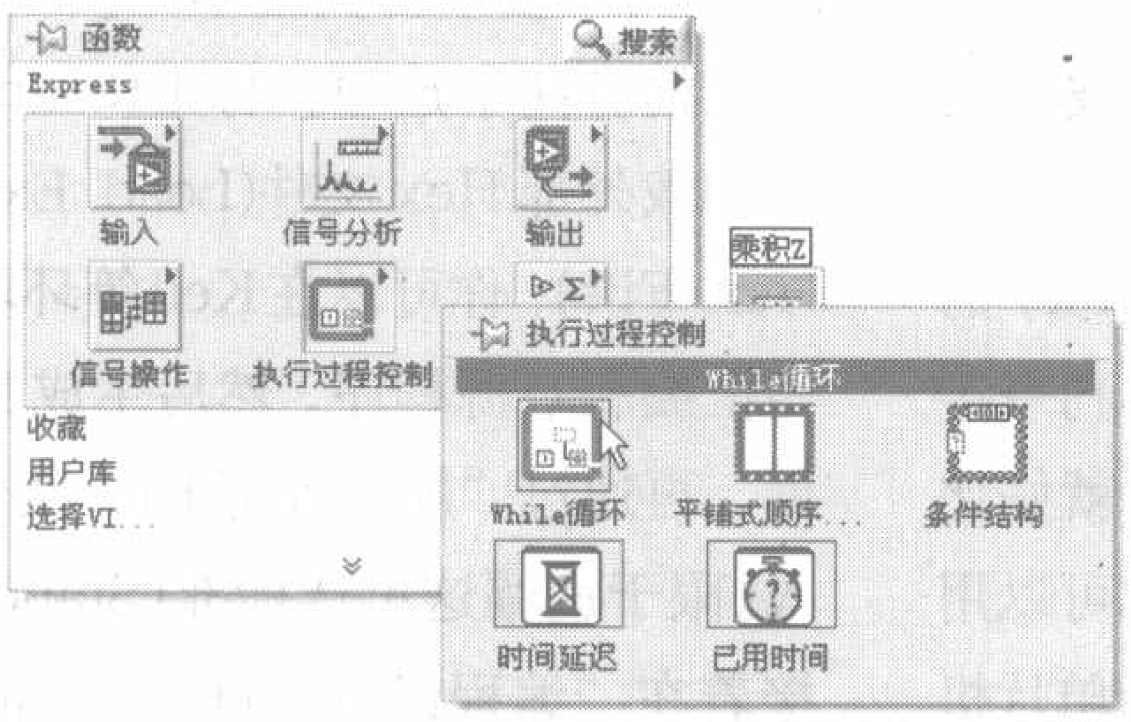


图13

将鼠标移至后面板左上角按下鼠标左键向右下角拉出虚线框见图14(a)，将所有控件围入框内如图14(b)所示。

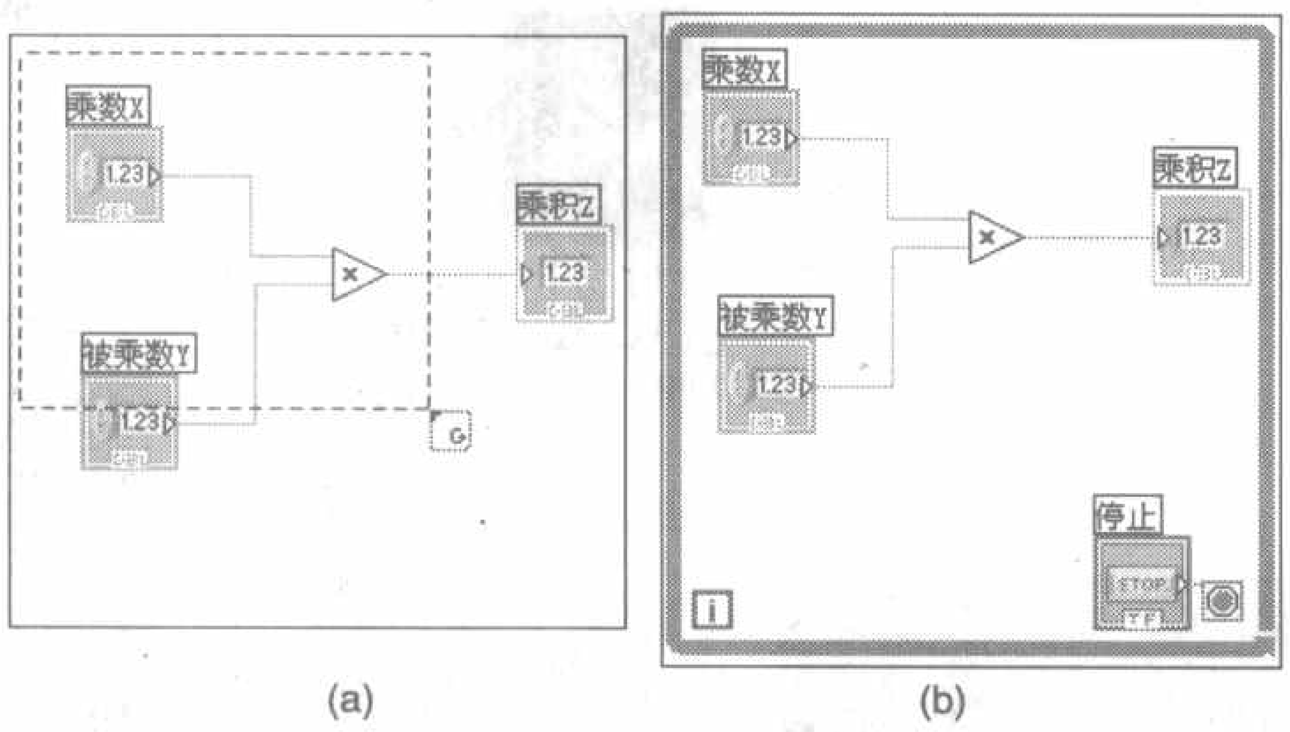


图14

再次按下键盘上的“Ctrl+E”键，将后面板界面切换回前面板界面，在乘数栏内输入数“3.5”，在被乘数栏内输入数“4.3”，然后用鼠标点击“运行”按钮如图15所示。

乘法器运行结果乘积栏显示“15.05”见图16所示，点击“停止”按钮，可以再次输入其他任意乘数和被乘数，进行乘法运算。

由于篇幅所限，上面仅以一个最简单的例子说明了中

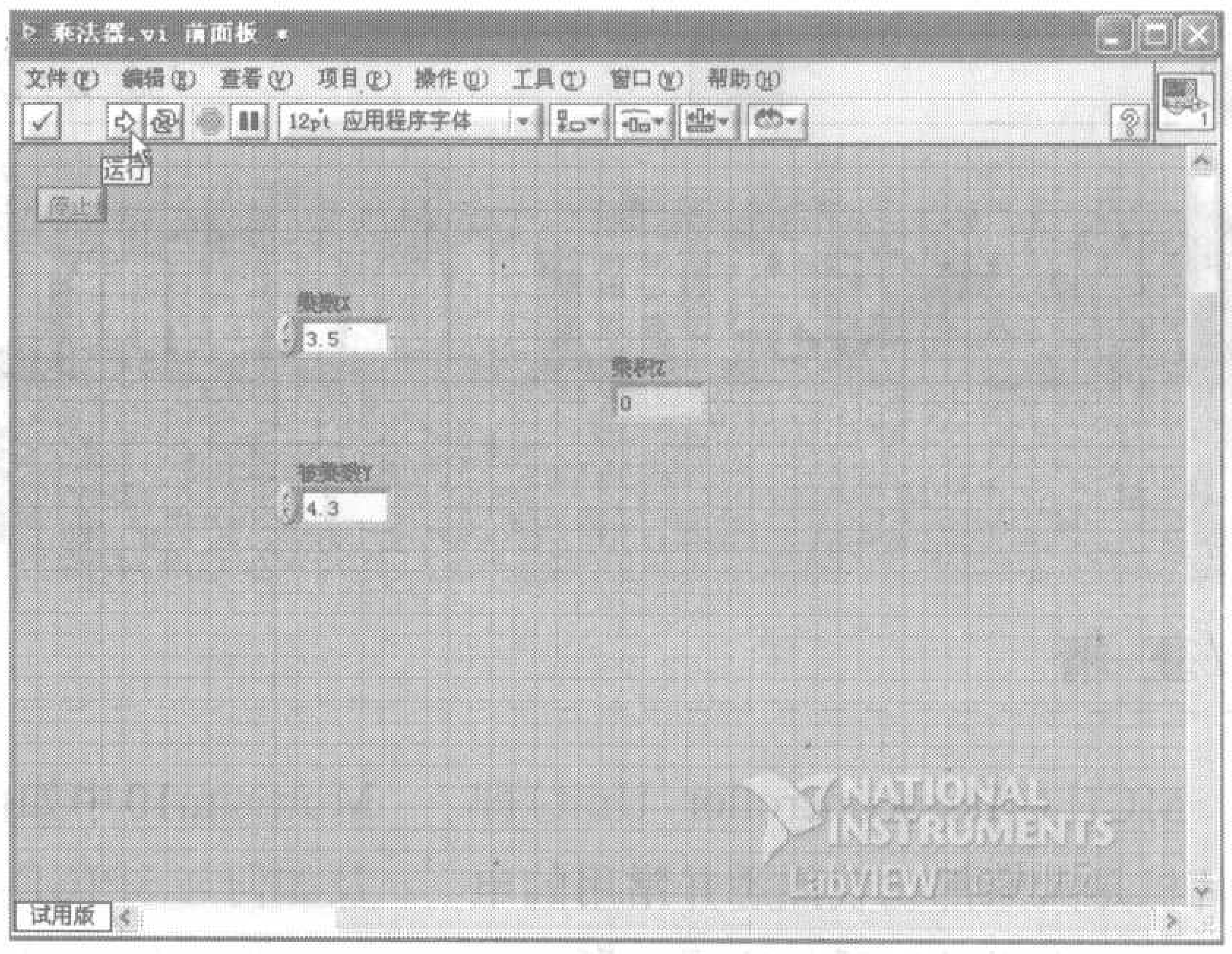


图15

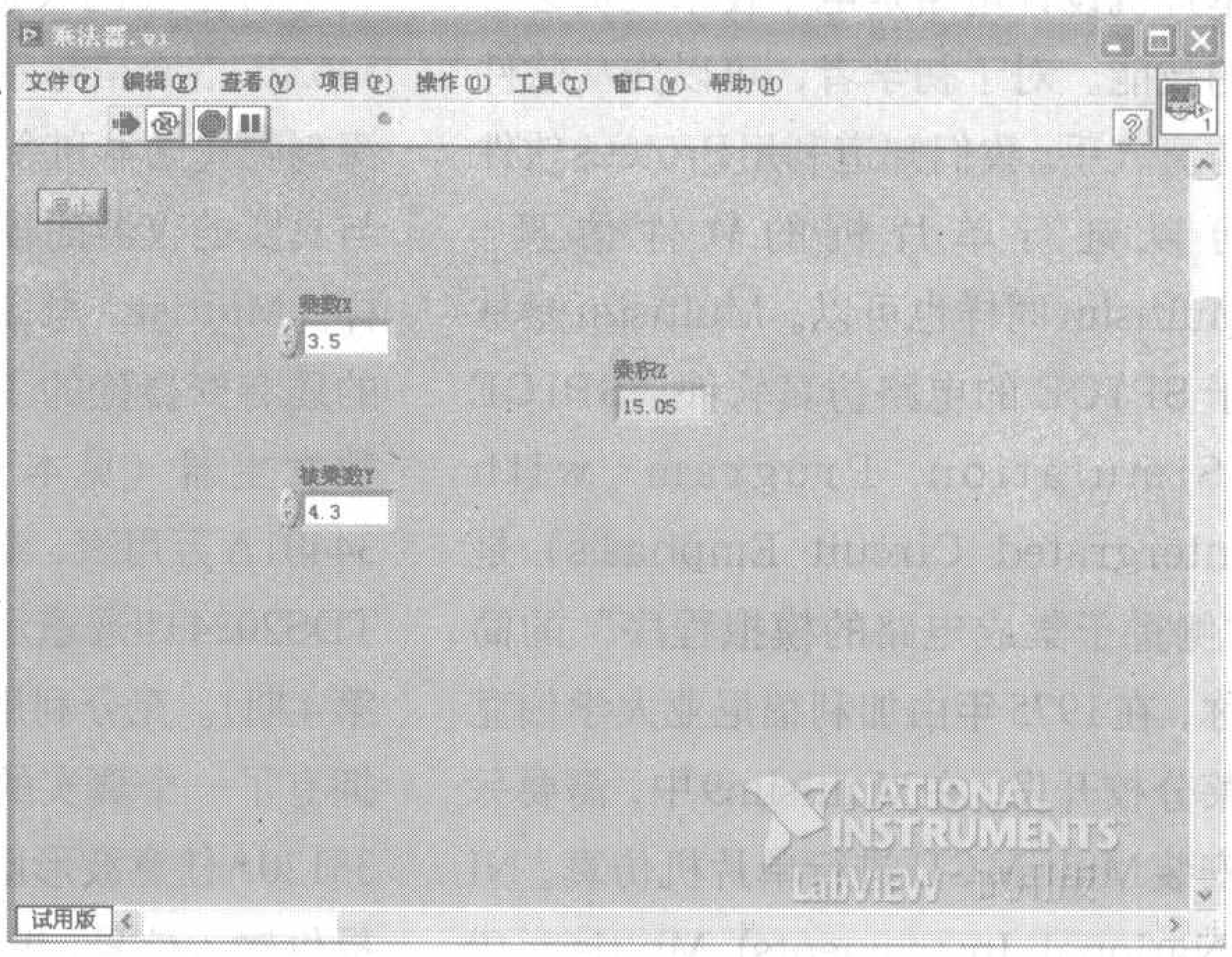


图16

文版LabVIEW8.2的应用，LabVIEW8.2的功能非常强大，电子仿真软件MultiSIM 9及MultiSIM 10中都引入了LabVIEW虚拟仪器。可以预见，经过美国NI公司的努力推广，LabVIEW技术必将在国内有一个大的发展。杂志篇幅有限，几篇文章是讲不清楚LabVIEW技术的，希望读者通过对该文的学习，能对LabVIEW技术有一个大概的了解和对它产生兴趣。要掌握更多的LabVIEW技术需要读者去阅读其他相关书籍。文中叙述不清楚之处，读者可登录笔者网站www.ttlcmos.com了解更多的LabVIEW内容和彩色插图。

编者注：本文仅对中文版LabVIEW8.2作了一个入门介绍，所举“乘法器”是一个最简单的例子，可帮助读者了解怎样用“G”语言达到编写和实现两个数相乘的功能。下一期将介绍一款用LabVIEW+单片机实现的虚拟示波器的应用实例，用PIC16F73单片机的ADC模块采集信号，通过串口把数据送入电脑，由LabVIEW在显示器上显示波形。感兴趣的读者请留意下期的《无线电》，其配刊光盘中将提供相关的单片机源程序、LabVIEW设计文件和示例波形数据。

走进仿真世界

利用 Multisim10 中的 MCU 模块进行单片机协同仿真

文/夏 靖

MCU(Microcontroller Unit)即单片机是大家都比较熟悉并常用的电子器件，由于其广泛的应用，所以用单片机设计电路是电子技术人员必备的技能。对于初学者，可以先从软件仿真入手。我们知道利用Proteus软件可以进行单片机的软件仿真，Multisim同样也可以。Multisim是基于SPICE的电路仿真软件，SPICE(Simulation Program with Intergrated Circuit Emphasis)是“侧重于集成电路的模拟程序”的简称，在1975年由加利福尼亚大学伯克莱分校开发。在Multisim9中，需要另安装MultiMCU进行单片机仿真。NI(National Instruments) Multisim10将MuitiMCU称为MCU Module，不需要单独安装，可以与Multisim中的SPICE模型电路协同仿真，支持Intel/Atmel的8051/8052和Microchip的PIC16F84a，典型的外设有RAM和ROM、键盘、图形和文字LCD，并有完整的调试功能，包括设置断点、查看寄存器、改写内存等。支持C语言，可以编写头文件和使用库，还可以将加载的外部二进制文件反汇编。Multisim10可以从NI的官方网站下载，网址为www.ni.com/academic/multisimse/，有学生版和教育版，只需填写一些个人信息就可以下载，300多兆，下载后可以选evaluation mode进行为期30天的评估。

这里我们通过一个简单的带有复位功能的计数器的例子来说明在NI Multisim10中如何进行单片机开发以及如何与SPICE模型电路协同仿真。

如果你对Multisim比较熟悉，那一定对里面的安捷伦(Agilent)54622D混合信号示波器等仪器印象很深刻吧(见本刊今年第4期)，因为它与真实的仪器面板和操作几乎完全一样。Multisim里像这种模仿实际仪器的还有安捷伦的33120A任意波形函数发生器(见本刊今年第3期)和34401A万用表，泰克(Tektronix)的TDS2024四通道示波器(见本刊今年第4期)。充分利用这些仪器，就好比拥有了一个真实的实验室，你可以用33120A任意波形函数发生器给单片机提供输入信号，用54622D或TDS2024示波器观看模拟信号，或用54622D的逻辑分析仪功能查看单片机多个管脚数字信号的输出。在下面的例子里我们将用54622D来观察复位信号。

搭建电路设置MCU

建好的电路图如图1所示，各器件的名称等信息如附表所示。需要说明的是电路图中的单片机不用连接晶振也可以进行仿真，时钟频率(速度)的设置见下文。

搭建电路时，当将单片机U1放入电路图中时，会出现MCU向导，如图2所示。第一步，分别输入工作区路径和工作区名称。工作区名称任意，这里输入MCUCosimWS。第二步，如图3所示，在项目类型(Project type)下拉框有两个选项：标准(Standard)和加载外部Hex文件(Load External Hex File)，你可以在Keil等环境下编写汇编和C源程序，然后生成Hex文件，再通过“加载外部Hex文件”导入。限于篇幅这里选标准(Standard)，接着在“编程语言”(Programming language)下拉框里会有两个选项：C和汇编(Assembly)，如果选择C，则

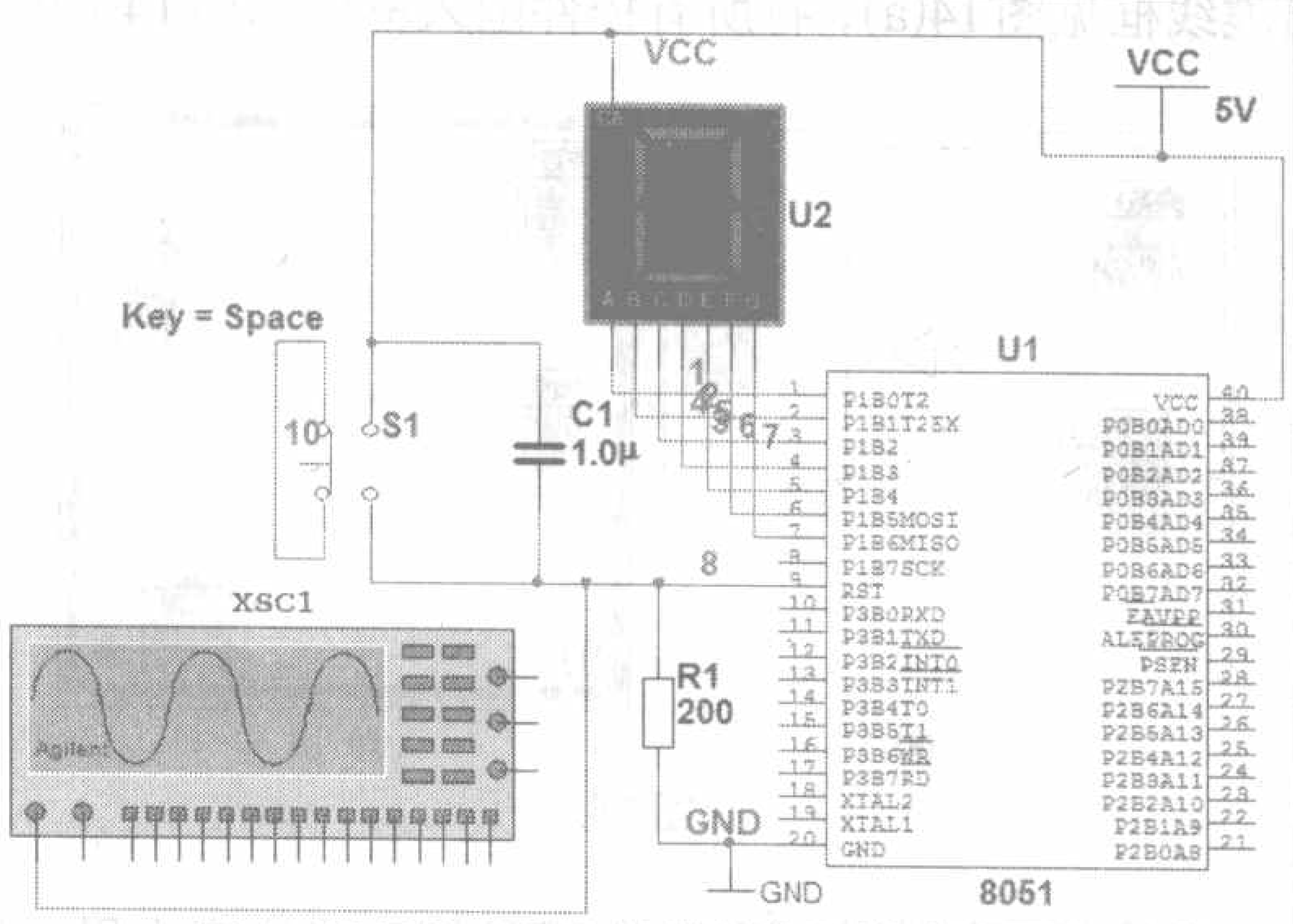


图1 带复位功能的简单计数器的电路图

附表

	符号	名称	点击菜单 place->component 后的位置
1	U1	8051单片机	Group:MCU Module -> Family:805x -> Component:8051
2	U2	共阳极七段数码管	Group:Indicators-> mily:HEX_DISPLAY -> Component:SEVEN_SEG_COM_A
3	S1	复位开关	Group: Basic -> Family: SWITCH -> Component: PB_DPST
4	C1	电容	Group: Basic -> Family: CAPACITOR -> Component:1u
5	R1	电阻	Group: Basic -> Family: RESISTOR -> Component:200
6	XSC1	安捷伦示波器	Instruments 面板: Agilent Oscilloscope
7	GND	接地	Group: Sources -> Family: POWER_SOURCES -> Component: DGND
8	VCC	电源(5V)	Group: Sources -> Family: POWER_SOURCES -> Component: VCC

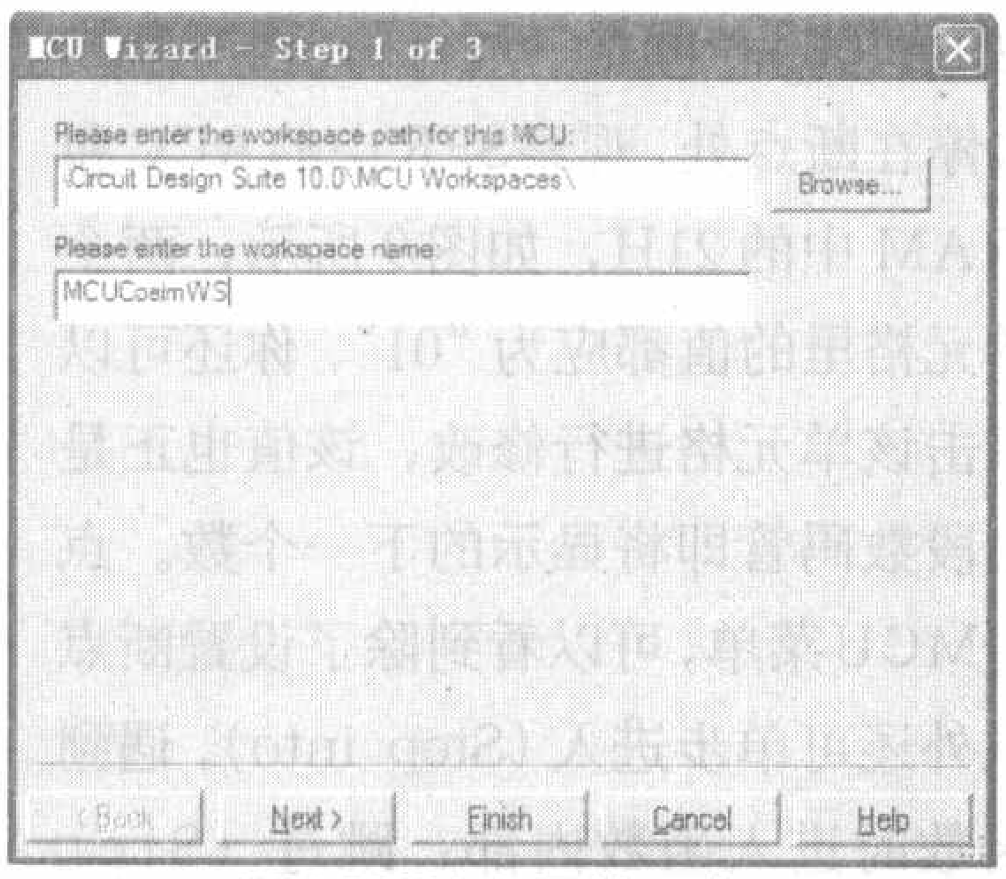


图 2 MCU 向导第一步

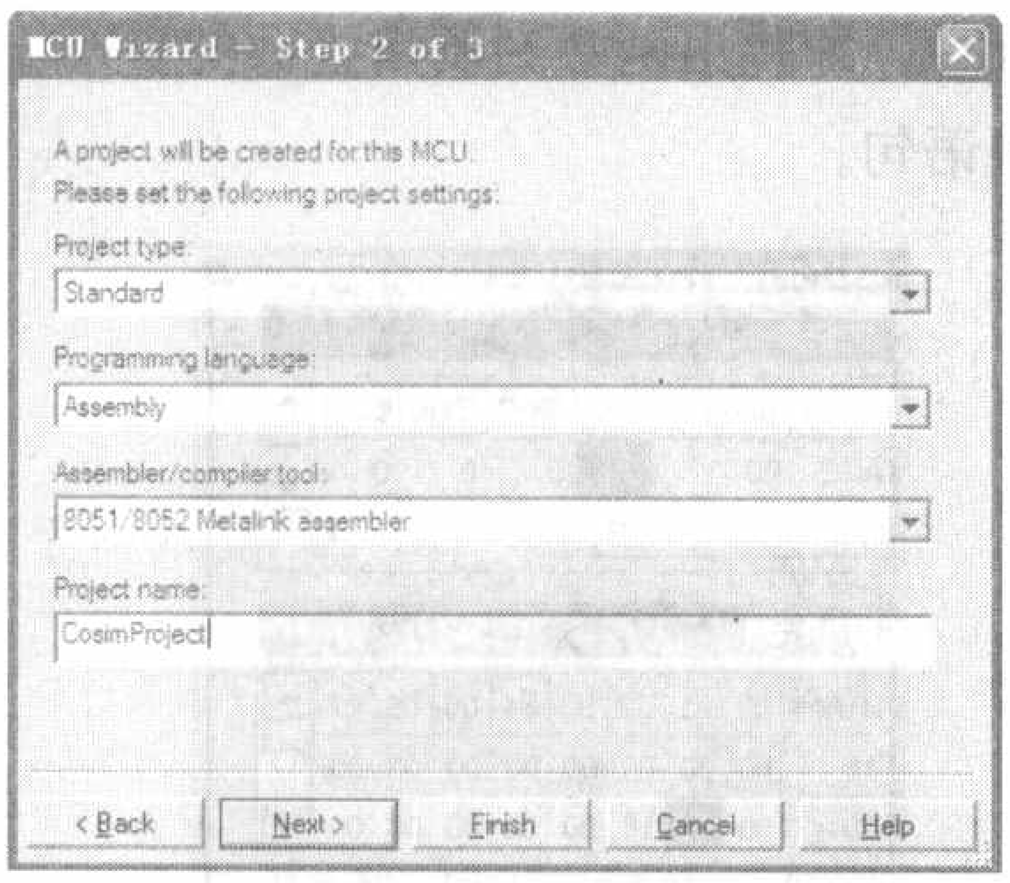


图 3 MCU 向导第二步

在汇编器/编译器工具(Assembler/Compiler tool)下拉框会出现Hi-Tech C51-Lite compiler，我们这里选择汇编（Assembly），则出现 8051/8052 Metalink assembler。接下来在项目名称（Project name）里输入名称，如 CosimProject。第三步，如图 4 所示，对话框里有两个选项：创建空项目（Create empty project）和添加源文件(Add source file)。选择添加源文件，点击完成。保存文件，键入M10Cosim作为文件名，然后查看“设计工具箱”(Design Toolbox)，应如图 5 所示。

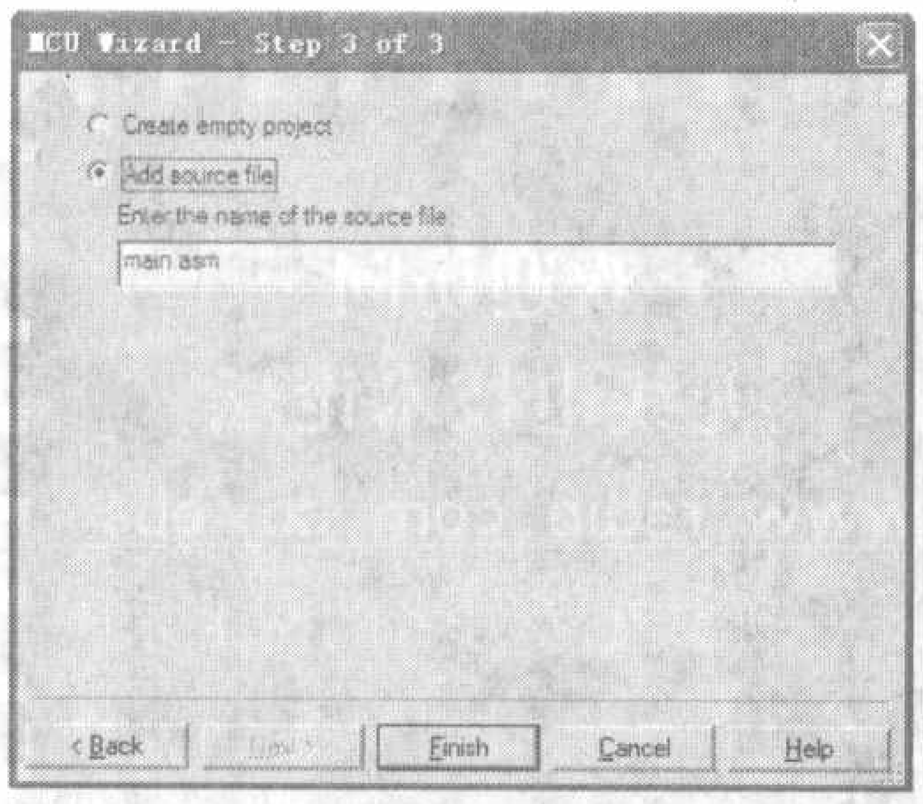


图 4 MCU 向导第三步

图 5 设计工具箱

你可能更愿意用 C 来编写程序，而不是汇编，或两个都用，或还想引入外部 Hex 文件，这都可以通过用“MCU 代码管理器”添加 MCU 项目来解决。在设计工具箱里右键单击 MCUCosimWS，选择“MCU 代码管理器”（MCU Code Manager），点击“新 MCU 项目”（New MCU Project）按钮，选择“项目类型”（Project Type），可以是标准（Standard）或加载外部 Hex 文件（Load External Hex File），这里选“标准”，接着输入名称，如 Cosim_C_Project，确定后就可以在 MCU 代码管理器对话框里进行下一步设置了，可以创建新文件，设置汇编器/编译器等等。如图6所示，这时已经多了一个 Cosim_C_Project 项目

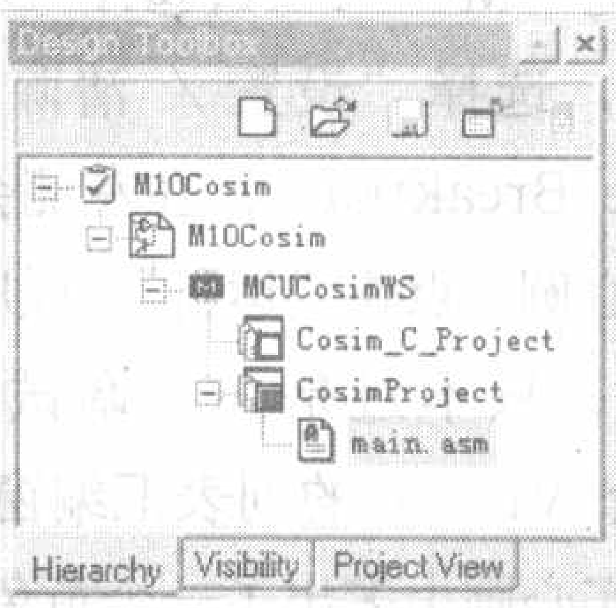


图 6 用 MCU 代码管理器添加的新项目

（未添加 C 代码源文件），前面图标空心的方框说明它不是“当前使用的项目”（Active MCU Project）。

编写并编译 MCU 源程序

双击 CosimProject 下的 main.asm输入程序，程序清单及注释如下：

```
$MOD51;包含51寄存器和端口的预定义文件
COUNT_NUM EQU 02H;设置延时子程序每一层循环的次数
    JMP START
TABLE:DB 40H,79H,24H,30H,19H
    DB 12H,02H,78H,00H,10H;0～9个数对应七段数码管
START:MOV SP,#20H;设置堆栈指针
    MOV DPTR,#TABLE;将TABLE地址传给DPTR
    MOV ACC,#00;ACC初始化,开始计数
    LOOP1:PUSH ACC;将ACC压栈,保存计数值
    MOVC A,@A+DPTR;将地址为A+DPTR的内容传给A
    MOV P1,A;将A的内容从P1输出
    CALL DELAY;调用延迟子程序
    POP ACC;ACC出栈,恢复计数值
    INC A;计数值加1
    CJNE A,#10,LOOP1;计数值不为10跳到LOOP1,为10执行下面的指令
    JMP START;跳到START,从头开始
DELAY:MOV ACC,#00;延迟子程序
LOOP2:INC A
      PUSH ACC
      MOV ACC,#00
LOOP3:INC A
       CJNE A,#COUNT_NUM,LOOP3
      POP ACC
       CJNE A,#COUNT_NUM,LOOP2
      RET
      END
```

由于汇编器是 Metalink assembler，详细的宏命令等可以参考其用户手册。编写好程序后，选择菜单 MCU → MCU 8051 U1 → Build，这里的下拉子菜单可能是“MCU 8051 U2”或“U3”，主要对应电路图中单片机的符号名称，Build的结果会

输出到Spreadsheet View中。

运行程序并用示波器观察复位过程

汇编程序编译通过后，就可以回到电路图窗口，点击工具栏的运行按钮，这时在七段数码管上就应该循环显示0~9，如果显示过快或过慢，可以调整源程序中的COUNT_NUM，改变延时时间，或双击U1，在805x对话框的Value标签里设置“时钟速度”(Clock Speed)。

电路中为SPICE模型的C1和R1的作用是延长复位引脚保持高电平的时间，避免因复位电压持续时间过短而引起复位失败。双击示波器XSC1，按示波器面板上的POWER键，打开示波器，点击工具栏的运行按钮，这时调整示波器的电压和时间刻度，得到图7所示的复位引脚电压的变化，每个刻度是100μs，高电平持续了大概一个刻度，可见在加电时，单片机没有立刻运行，有一段延迟，延迟的时间应该足以使其内部电压和振荡都处于稳态。按下复位键S1时的波形如图8所示，这时每个刻度是50μs，波形平顶的部分是按键按下的时间，大概20μs，之后电压逐渐降低，当降到约3V时，7段数码管开始计数，说明单片机开始工作，由图8可知复位时间被延长到大概100μs。

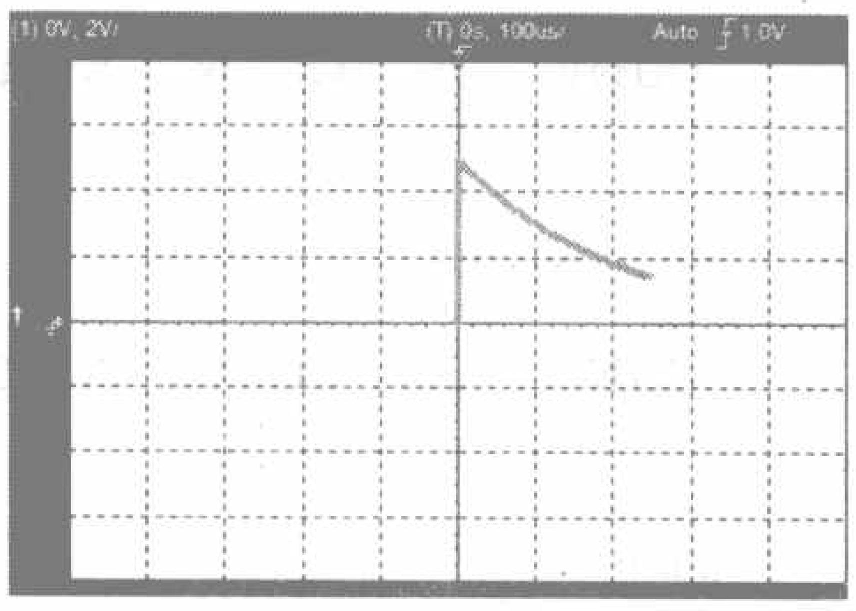


图7 加电时复位引脚的电压变化

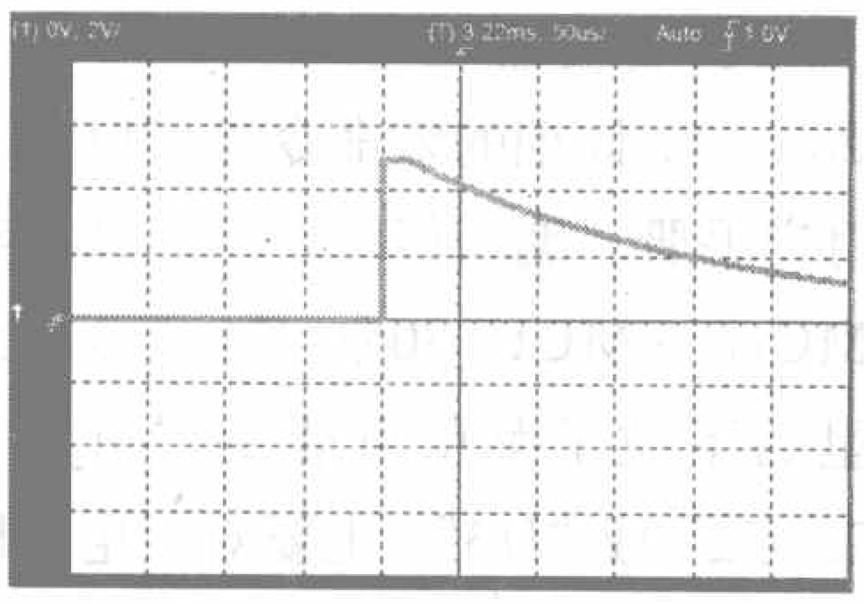


图8 按下S1时复位引脚的电压变化

其原理是加电瞬间或按键按下到松开之间，电容无电荷，两端电压为0V，单片机的RST引脚的电压瞬间被提升到VCC(5V)。加电之后或按键松开，电容开始充电，两端电压逐渐增加，电阻的电压（RST引脚电压）由5V逐渐降低，因而延长了复位引脚保持高电平的时间。实际器件对复位持续时间的要求一般在两个机器周期，所以100μs的复位时间要求51单片机的晶振频率不低于0.24MHz。当然一般情况下是根据晶振频率确定C1和R1的值，这可以根据求解一阶微分方程得到其充放电时间，或参考单片机的用户手册。

调试程序

选择菜单MCU→MCU 8051 U1→Debug View，可以看到文本区上面有下拉菜单并有两种选择，对应反汇编（disassembly）和列表汇编(listing assembly)，简单的说，前者是由ROM的内容得到，后者是源文件编译后的结果。双击“设计工具箱”的main.asm，在源文件编辑窗口右键单击语句为“MOVC A,@A+DPTR”的一行，选择“设置/清除断点”(Toggle Breakpoint)，在左侧会出现一个实心圆，点击“运行”，程序将停在该行，只不过是在“调试视图”(Debug View）的列表汇编窗口下，同时在实心圆上多出了一个黄色箭头。点击MCU-> MCU 8051 U1-> Memory View，打开MCU存储器视图，在该视图可以查看特殊函数寄存器（SFR)，内部RAM(IRAM)，内部ROM(IROM)，外部RAM(XRAM)。在SFR表格内观察ACC的值，此时应该为“00”，在IRAM里观察地址为21H的值，因为“MOV SP,#20H”语句将21H作为堆栈的第一个存储字节的地址，断点的前一处语句“PUSH ACC”使该字节存储ACC的值，此时也为“00”。再点“运行”，程序第二次停在断点处，观察SFR中的ACC和IRAM中的21H，如图9所示，两个单元格里的值都应为“01”，你还可以双击该单元格进行修改，该值也正是七段数码管即将显示的下一个数。点击MCU菜单，可以看到除了设置断点以外还可单步进入(Step into)，遇到函数时进入函数内部；跳过（Step over)，即不进入函数；跳出（Step out)，即跳出函数到调用函数的下一条语句。

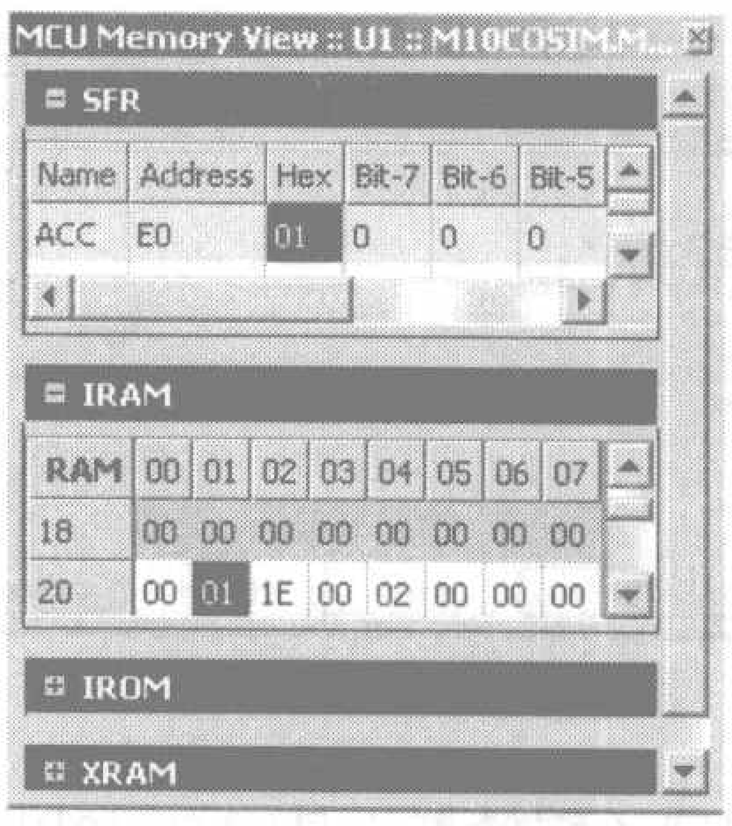


图9 MCU存储器视图

结束语

本文以一个简单的电路介绍了在NI Multisim下如何进行SPICE模型(这里主要指C1和R1)和8051 MCU的协同仿真。NI Multisim10不但有多种编译和调试功能，还提供了RAM，ROM，键盘，液晶屏等外设，是初学单片机的理想工具。掌握了基本的硬件结构，汇编指令和调试方法后，读者可以利用Multisim开发更复杂的系统并仿真，为下一步设计实际的硬件电路做准备。

欢迎访问
无线电技术论坛
www.radio.com.cn/bbs/
——无线电爱好者的网上乐园

用电脑分析红外遥控信号

文/沙 晓

许多业余电子爱好者研究红外遥控器的时候往往苦于没有专业的仪器，如示波器、红外分析仪等等。这里介绍一种业余的、成本低廉、精度相对比较高的方法。

需要用到的材料有：个人计算机一台（需配有9针或25针串口）、9针或25针D型串口母头1只、任意红外遥控器1只、AT89C2051×1、集成红外接收头1只、MAX232×1、1μF 16V电解电容×5、22pF电容×2、22.1184MHz晶振×1、8cm×5cm小型万能实验板2块。

说明：现在的台式机多数还是配有9针串口的，不推荐使用 USB-232转接器（容易造成数据传输不稳定或者无法使用）。红外遥控器采用任意家用电器的遥控器一般都是可以的（发射频率应为38kHz）以便与集成接收头配合使用。接收头构造见图1。

红外信号的接收采用红外一体接收器接收，常见的封装形式有塑封与金属封装两种。两种形式的接收器用法相同，一般可以互相替代。但是其管脚定义并不相同，使用时不可盲目替代以免损毁器件。器件在未接收到信号时，输出端为高电平，接收到有

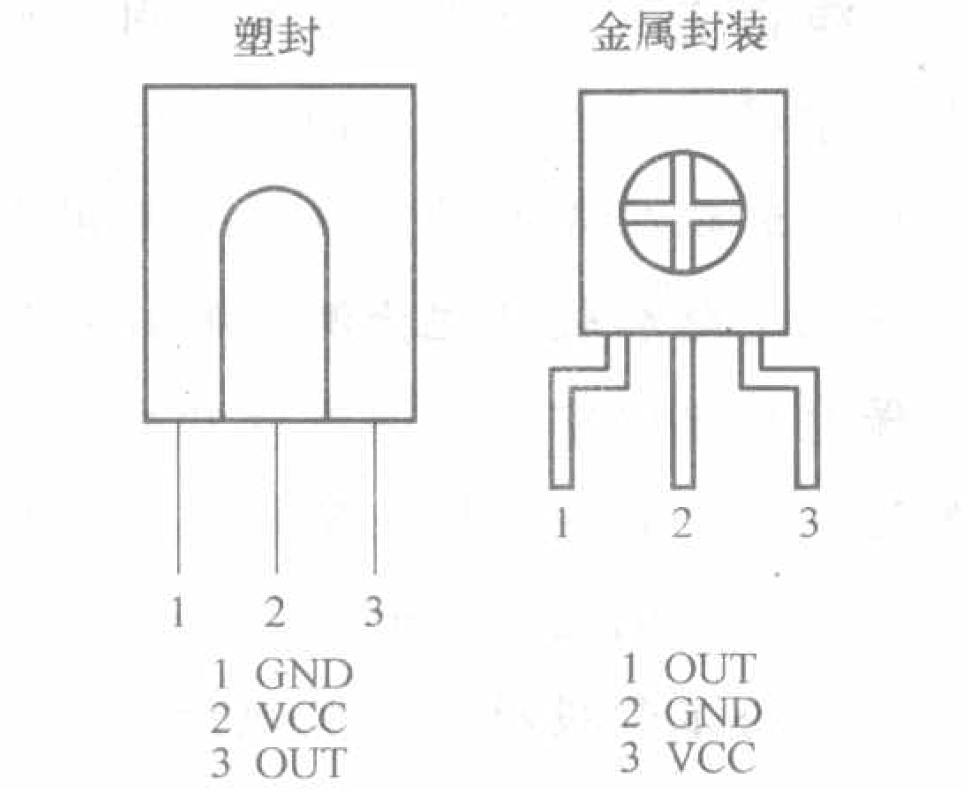


图1 红外接收头构造

效的38kHz信号后，变为低电平。其吸收电流能力有限不可直接驱动负载。

接收器接收38kHz的红外信号，并屏蔽大部分的干扰光线，稳定性好。内部包含高增益放大电路，可将接收到的微弱信号进行放大，输出标准的TTL电平，可直接与单片机接口，使用极为方便。因此，很多小型机器人壁障电路的红外接收管使用的就是它。

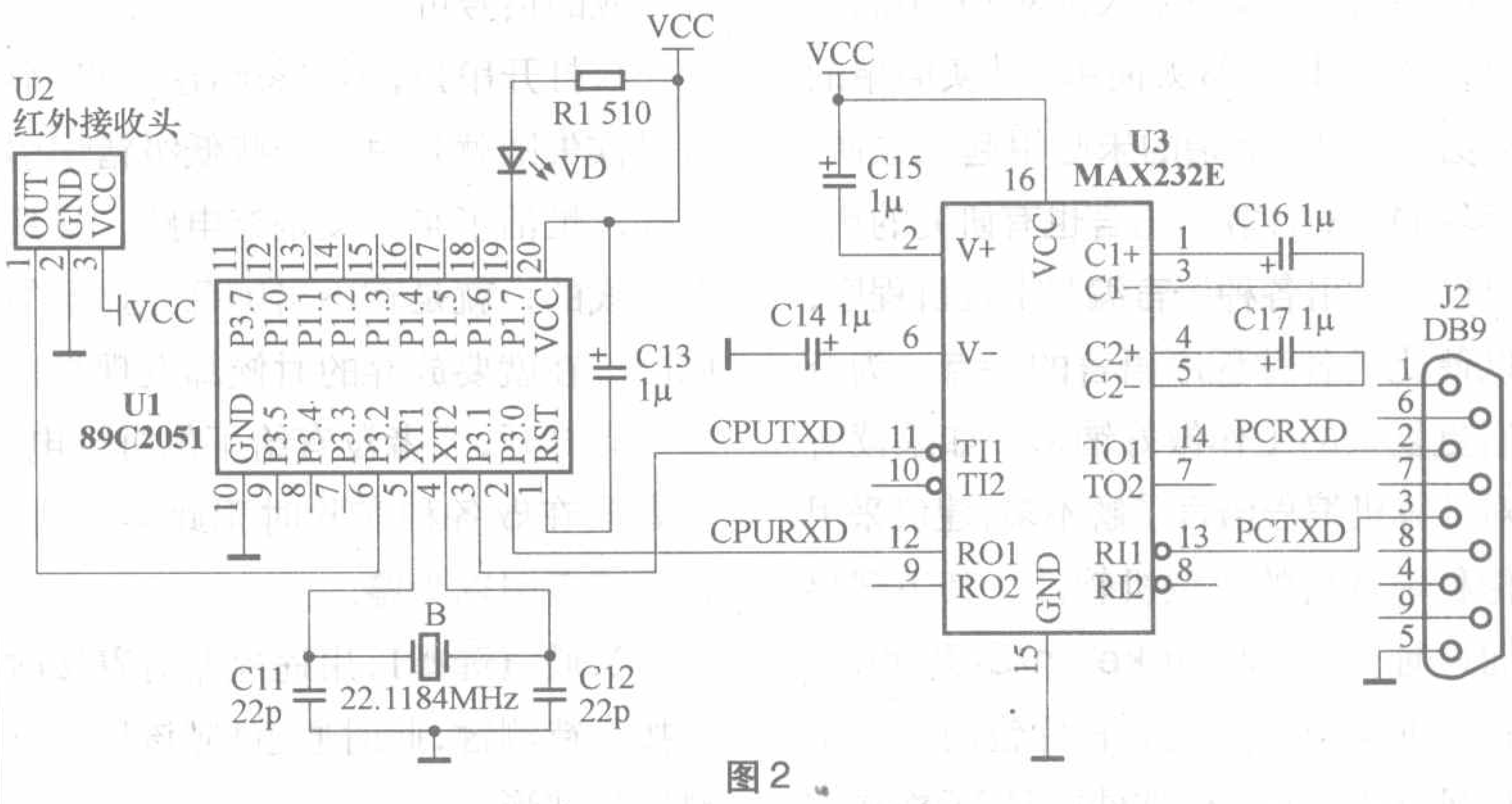


图2

整体电路如图2所示，共分为两部分：一是以MAX232为中心的TTL-232接口电路，另一部分便是以2051为中心的下位机。

RS232C使用-3V~-25V表示数字1，使用3V~25V表示数字0，显然无法直接与单片机联机通信。MAX232是一款兼容RS232标准的芯片，内部包含2个驱动器、2个接收器和一个电压发生器电路以便提供TIA/EIA-232-F电平。该器件符合TIA/EIA-232-F标准，每一个接收器将TIA/EIA-232-F电平转换成5V TTL/CMOS电平。每一个发送器将TTL/CMOS电平转换成TIA/EIA-232-F电平。虽然该电路也可采用几个廉价的三极管组合替代，但是专用集成电路简单、可靠和免调试的特点也是廉价替代电路所难以超越的。

下位机采用Atmel公司生产的AT89C2051单片机，负责红外信号的解码和与PC机的通信。VD起通信指示作用可不接。笔者在实际制作时为了接线方便，将VD与限流电阻接在VCC与GND之间，以指示电源的通断。读者制作时可根据自己的实际情况做出决定。

下位机的软件比较简单，由红外解码部分与UART通信部分组成。目前红外遥控发射的信号多数为脉宽调制的串行码，以脉宽0.565ms，间隔0.56ms的组合表示二进制的“0”；以脉宽1.685ms，间隔0.56ms的组合表示二进制的“1”。然后再用38kHz的载波将信号发射出去，以降低电源功耗和提高发射距离。

采用2051的外中断0来检测红外信号的起始，检测到信号后启动定时/计数器以量取电平宽度。在RAM

中开辟一块空间用以存储高、低电平的脉宽数据。检测到红外信号的结束后，再将脉宽数据通过串口发送到PC机。有关串口发送的波特率设置读者可参照相关教材，不再赘述。

至于上位机软件可采用VB、C++等编写。VB是计算机程序语言中最简单的语言之一，很多人都对VB不屑一顾，就是因为VB太简单。其实简单的未必不好用，复杂的未必用起来方便。读者如果对计算机语言也有研究的话，可以尝试用各种语言编写上位机程序，以便比较各种程序语言的特点，为今后更复杂的工作做好铺垫。如果读者对计算机编程语言了解不多，建议采用伦科单片机的上位机软件。其下载界面地址为www.lunke.cn/Softshow.asp?id=75。下载的软件包内含有上位机软件、下位机软件的HEX格式文件，以及电路原理图。

上位机软件操作界面如图3所示。其上部为波形显示部分，分为3个通道，分别对应了下方的通道选择。中间为滑动条，下部为操作面板。放大和缩小分别可将波形在横向上放大，以便不同通道间的信号对比，或者对电平宽度进行测量。按钮“关闭串口”有两个状态，串口打开时显示为“关闭串口”；串口关闭时，显示为“打开串口”。改变串口的状态，只需单击该按键。强烈建议读者分析数据时将串口关闭。以防止分析数据时，单片机受到干扰而将干扰信号发送到电脑中将缓存的有用信号覆盖。如果你的电脑后面有两个或者两个以上串口的话，可以通过“串口选择”，选择相应的串口。而通道选择可以将信号锁存到不同的通道中去。例如想比较遥控器上某3个按键对应的信号可采取如下操作：

1.打开串口，不要忽略这一步。很多时候失败就是由于一些低级错误引起的。忙活了半天又是查电路，又是查连线的，就是查不出屏幕无显示的原因。在就要放弃的时候却发现是串口没有打开，或者没有给下位机供电。笔者屡在做各种实验时犯此类毛病，希望读者引以为鉴。

2.通道选择1，用遥控器对着接收头按下待测键，此时通道1应该显示出对应的波形。

再按照该方法获得通道2、3的波形。

3.关闭串口。

另外该软件上还有个比较方便的工具用来测量任意两点之间的时间差，如图3中显示的细红线（竖线），可以用来测量某个脉冲的宽度。鼠标在图上滑动时该细线会跟随鼠标的移动，在某一点单击鼠标左键，按住不放拖动到另外一点，图上便会显示两点间的时间差，用起来还是挺方便的。如果某波形太小不便捕捉测量，可以点击“放大”键，将波形放大到合适的宽度即可。笔者测试了一下其工作精度，用红线测量引导码长为13.45486ms，与软件自动测量的13.44ms（见软件右下方显示）相差无几。如此高的精度，如此低廉的成本，聪明的读者你还在等什么，快快动手制作吧！

该装置制作简单，制作完成后无需调试。作者使用的遥控器为国产某VCD遥控器，成功解码。如果读者的单片机实验板上有红外接收头与232通信电路的话，可以不必再单独制作电路，稍加改动便可做该实验，并且单片机可以是89C4051、89C51、89S51、89S52等51内核单片机。如果读者愿意单独制作该电路板，建议读者将主体电路的两部分分开制作，中间以数据线连接即可，以便以后能复用某个子电路。另外读者可以尝试使用某些串口调试软件显示接收的数据。将调试软件的接收数据形式设置为十六进制格式。

笔者制作的实物电路如图4所示。欢迎读者通过zhuban810@163.com与作者交流。

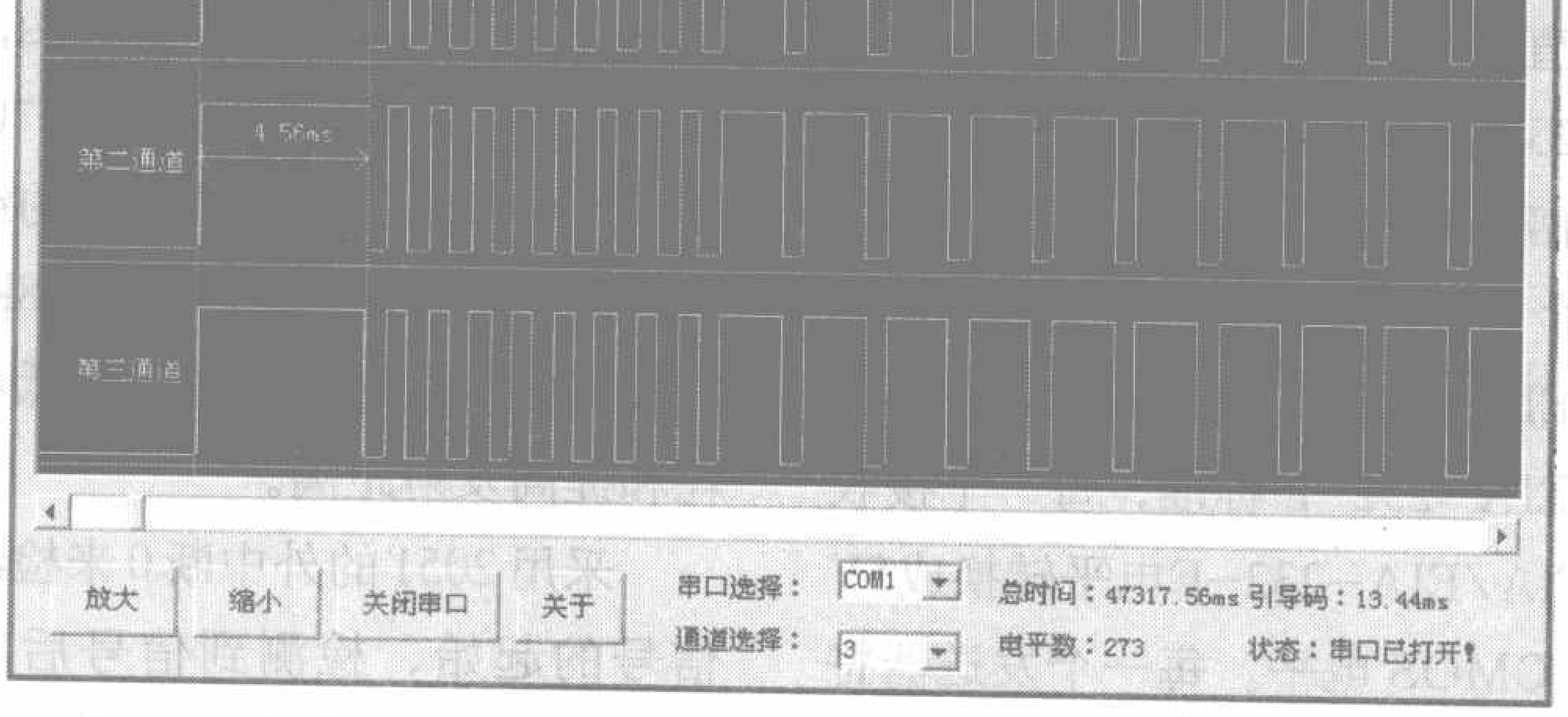


图3

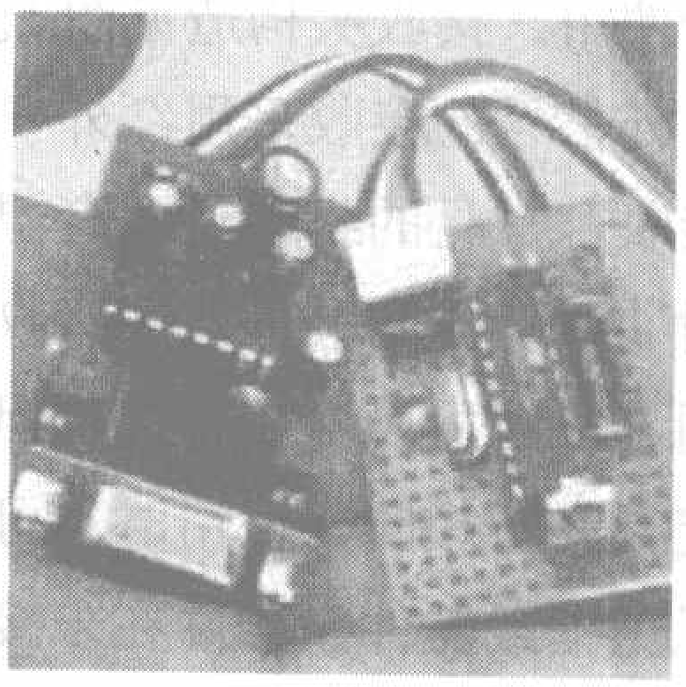


图4

编者注：市场上有很多万用遥控器、学习型遥控器，它们可同时遥控电视、影碟机等多种家电，如果用本文中的电路和软件把检测到的红外信号保存到电脑中，并通过红外发射头发送出去，就在电脑上实现了这些功能。感兴趣的读者不妨一试，如果成功欢迎给本刊投稿，让其他读者也能分享你的作品。

用单片机实现传统电路功能

单片机控制的高频调光台灯

文 / 吴汉清

青少年近视的产生可能与照明灯的频闪有着一定的关系。通常接入单相交流电路的日光灯发出的光的波动达55%；白炽灯由于钨丝的热惯性较小，钨丝温度随着交流电发生周期性的变化，灯光也会以每秒100次的频率闪烁，只是其光的波动要小得多，仅为5%～13%。对于那些使用电子整流器的日光灯或电子节能灯，当交流整流电路部分使用的滤波电解电容器容量较小或失效时，其频闪也是很明显的。由于白炽灯的频闪很小，所以用白炽灯作台灯对保护视力有利。通常使用的调光台灯通过晶闸管改变50Hz交流电的导通角来调节亮度，当交流电的导通角较小时频闪就比较明显了，如图1所示。

本文介绍的单片机高频调光台灯把220V50Hz交流电转换为2000Hz的脉冲直流电点亮灯泡，通过改变脉冲直流电的占空比来调节灯光的强度，由于脉冲周期远远小于灯泡钨丝的冷却时间，灯泡发光强度不会有周期性的变化。因此从根本上消除了视觉频闪的现象，对眼睛起到保护作用。

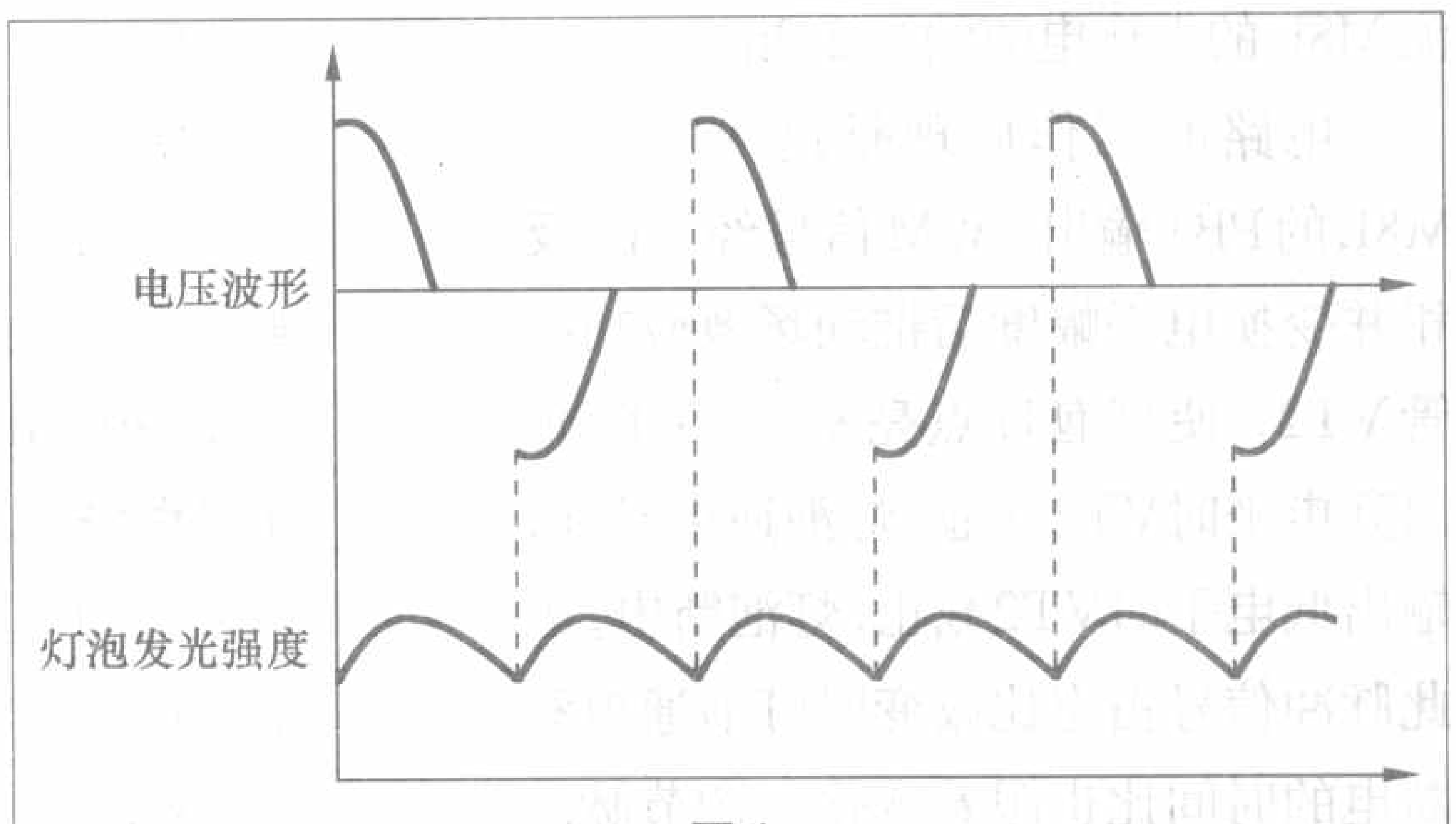


图1

硬件电路设计

传统的调光台灯典型电路见图2。主电路由开关S、灯泡H、双向晶闸管VS、电感L等组成。电位器RP、电阻R1、电容C1和双向二极管VD组成双向晶闸管触发电路。当C1上的充电电压达到双向二极管VD的导通电压阈值时，触发双向晶闸管VS导通；当电压过零时VS自动关断。调整电位器RP的阻值可调整C1的充电速率，即调整双向晶闸管的导通角，从而调节灯的亮度。

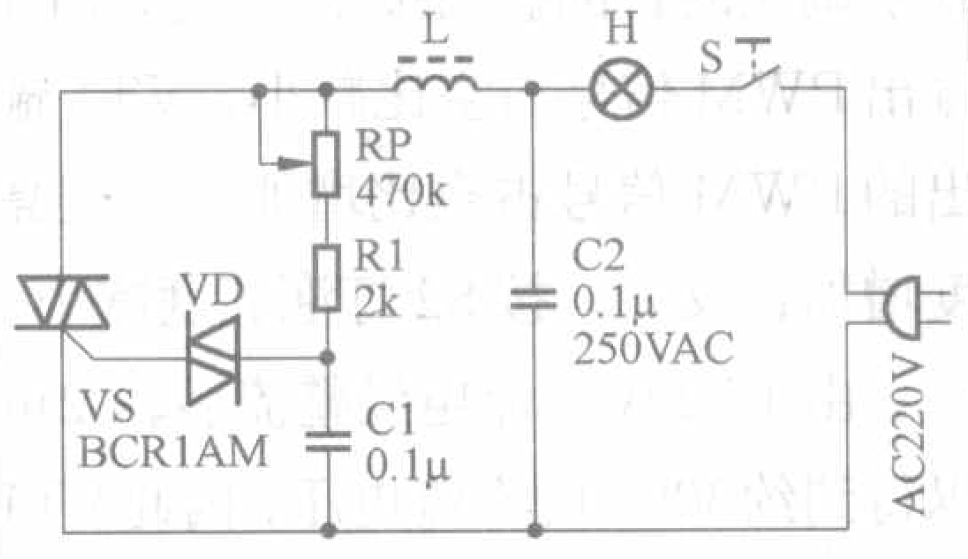


图2 传统调光台灯典型电路

从上面传统调光台灯的原理我们可以看出，其本质就是通过改变灯泡通、断电的时间比来改变灯的亮度。受此启发，我们如果在灯泡上加上直流脉冲电压，通过调节直流脉冲电压的占空比同样可以改变灯的亮度。本文介绍的单片机高频调光台灯就是采用了这样的原理，它采用两个按键来调节灯的亮度。电路见图3，由单片机电路、输出电路和电源电路等部分组成。

单片机使用ATMEL公司的ATmega8L（以下简称M8L），因采用内部RC振荡器作时钟源，使其外围电

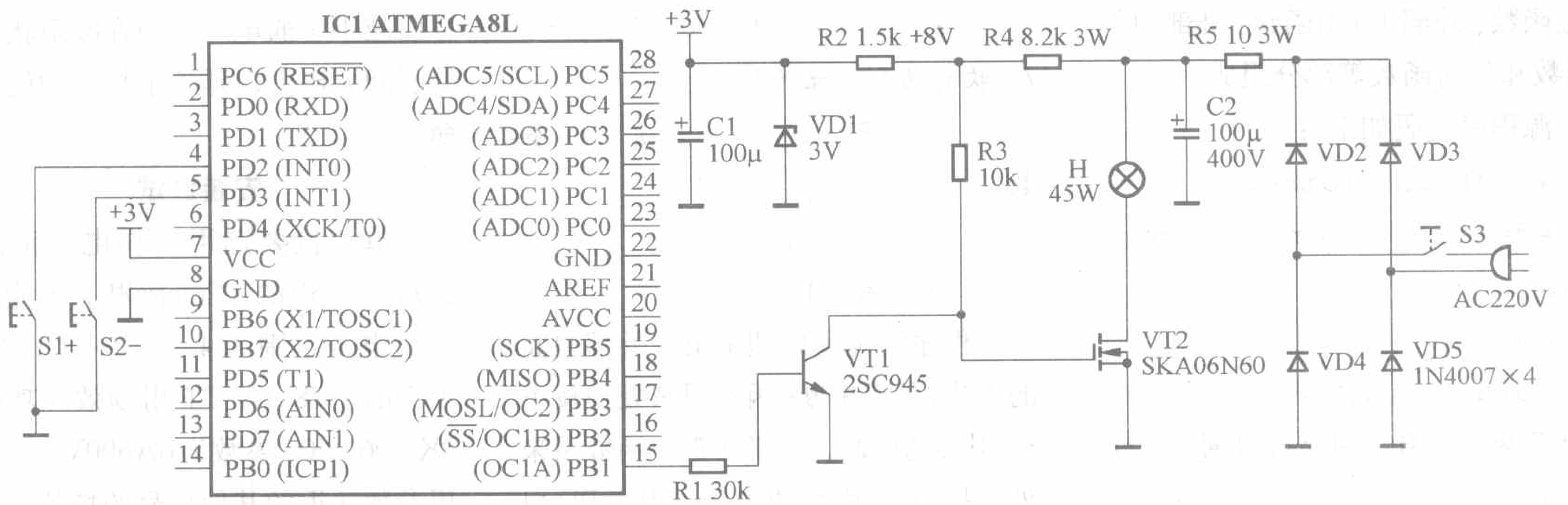


图3 单片机控制的高频调光台灯电路

路变得很简单。由于M8L的工作电压直接从300V直流高压降压获得，为了减小降压电阻的功耗，必须设法降低M8L的工作电流，方法一是降低工作电压，取工作电压为3V；方法二是降低时钟频率，采用内部RC振荡器1MHz的最低时钟频率。采取这两个措施后实测M8L的工作电流约为2.3mA。

电路的工作原理是这样的：由M8L的PB1输出PWM信号经VT1反相并变换电平幅度后推动场效应功率管VT2，使灯泡H点亮发光。VT1输出高电平时VT2导通，灯泡通电；VT1输出低电平时VT2截止，灯泡断电。因此脉冲信号占空比改变时灯泡通电和断电的时间比也跟着变化，调节脉冲信号占空比就可以调节灯的亮度，达到了调光的目的。当按下S1时，PB1输出PWM信号占空比减小，VT1输出的PWM信号占空比增加，灯泡亮度增加；反之，按S2灯泡亮度减小。

由于220V交流电经整流后，C2可以得到约300V的直流电压，因此VT1输出的PWM占空比不能调到接近100%，否则额定工作电压为220V的灯泡加上近300V的直流电压会很快烧毁。为了防止这一现象的发生，在程序上采取了措施，使得按下S1时占空比最大只能调到55%，这时灯泡的功率和接在220V交流电上的功率一样。

软件设计

程序使用ICC AVR C语言编写，由主函数、外部中断0函数、外部中断1函数和延时函数等部分组成。

源程序代码如下：

```
#include <iom8v.h>
#define uchar unsigned char
char k;
void DelayMs(char i) //延时函数，参数i为延时时间 (ms)
{ char j;
 for(;i!=0;i--)
   {for(j=143;j!=0;j--);}}
#pragma interrupt_handler INT_0:2 //外部中断0函数
void INT_0(void)
{ if(k!=140)
 k=k+5;
 OCR1A=k; //设置PWM参数
 DelayMs(200);}
#pragma interrupt_handler INT_1:3 // 外部中断1函数
void INT_1(void)
{ if(k!=5)
 k=k-5;
 OCR1A=k; //设置PWM参数
 DelayMs(200);}
void main(void) //主函数
{ DDRD=0x00;
 PORTD=0xff; //设置PD口为带上拉电阻的输入口
 DDRB=0xff;
 PORTB=0xff; //设置PB口为推挽1输出
 SREG=0x80; //开全局中断
 GICR=0xc0; //开外部中断
 TCCR1A=0xc1; //8位PWM，向上计数置位OC1A，向下计数清零OC1A
 TCCR1B=0x01; //时钟1分频，PWM信号频率为1M/512≈2kHz
 for(k=5;k!=115;k=k+5) //软起动到初始亮度
 { OCR1A=k; //设置PWM参数
  DelayMs(100); }
 while(1);}
```

程序的键盘处理采用了外部中断的方式，外部中断0函数用来处理按下S1引发的中断，外部中断1函数用来处理按下S2引发的中断。因为PD口被设置为带上拉电阻的输入口，所以两个中断输入端PD2（INT0）、PD3（INT1）可以不外接上拉电阻。

程序中用到的与外部中断函数有关的寄存器有两个：1．状态寄存器SREG，它的位7—I是全局中断允许，这里取SREG=0x80即可打开全局中断；2.通用中断控制寄存器GICR，它的位7—INT1是外部中断1使能，位6—INT0是外部中断0使能，因此这两个位均取1即取GICR=0xc0即可打开这两个中断。在每个中断函数中都加了0.2s的延时，这样当按钮按住不放时每过0．2秒就执行一次中断，PWM信号的占空比就发生一次改变。

程序使用16位定时器／计数器1——T/C1的PWM模式从PB1脚输出PWM信号。为了获得较高的PWM输出频率，T/C1取8位PWM方式，分频系数取1。由于输出的PWM信号经VT1变换电平幅度时被反相了，因此输出比较模式设置成逆向PWM。这里OCR1A取的最大值为140，是OCR1A能取的最大值255的55%，使得VT1输出的脉冲信号的占空比最大为55%。

主程序中还加了软起动开灯部分，使得打开电源后用2秒多的时间将灯泡由暗到亮逐渐点亮，即灯泡上所加的脉冲电压的占空比逐渐增大，OCR1A最终取值为115，这时初始亮度为最大亮度的约80%。这样做一方面可以使眼睛有一个适应过程，另一方面减小了通电时灯泡在冷阻状态下的瞬间大电流，延长了灯泡的使用寿命。

安装调试

单片机要选用工作电压范围为2.7V～5.5V的ATmega8L，不能选用工作电压范围为4．5V～5．5V的ATmega8。VT1用场效应功率管SKA06N60，参数为6A600V，也可以用参数接近的其他型号的场效应管代替。所有电阻均使用金属膜电阻。其

基于M8的“流动”电子钟的制作

文/刘 亮

受电子广告牌的启示，正好手头有一块5×8的LED点阵，一时兴起，做了一个流动的电子钟。平时放在案头，可以显示时间、温度，也不失为一实用制作。

功能特色

可“流动“显示时间及温度，采用DALLAS 1-wire的DS18B20作为温度探头，采用DS1302实时时钟，外加后备电池，时间可以保存数年之久。

硬件设计

电路原理图如图1所示。电路以ATMEL的AVR单片机ATmega8（以下简称M8）为主控芯片。

M8为28脚双列直插封装的高性

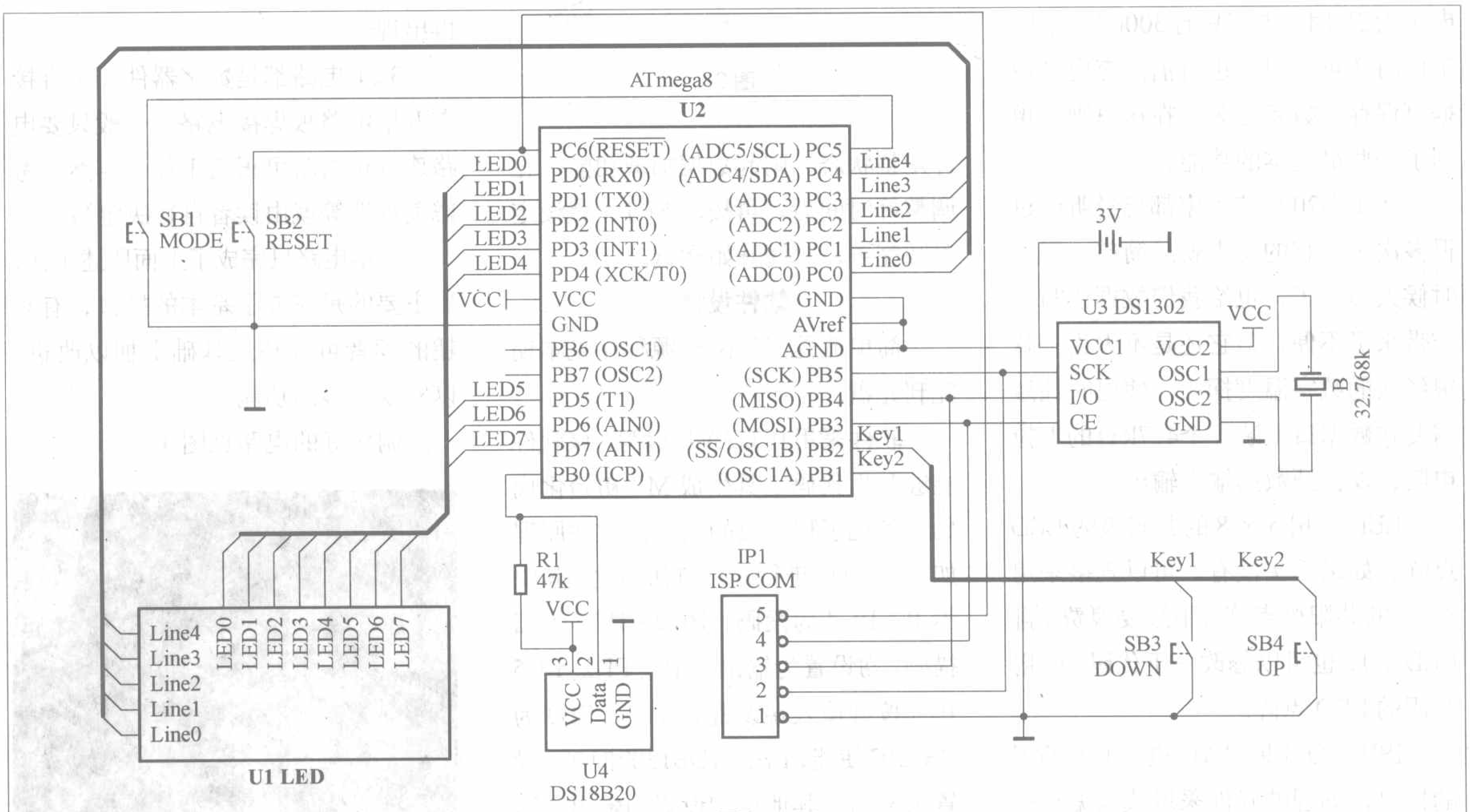


图1

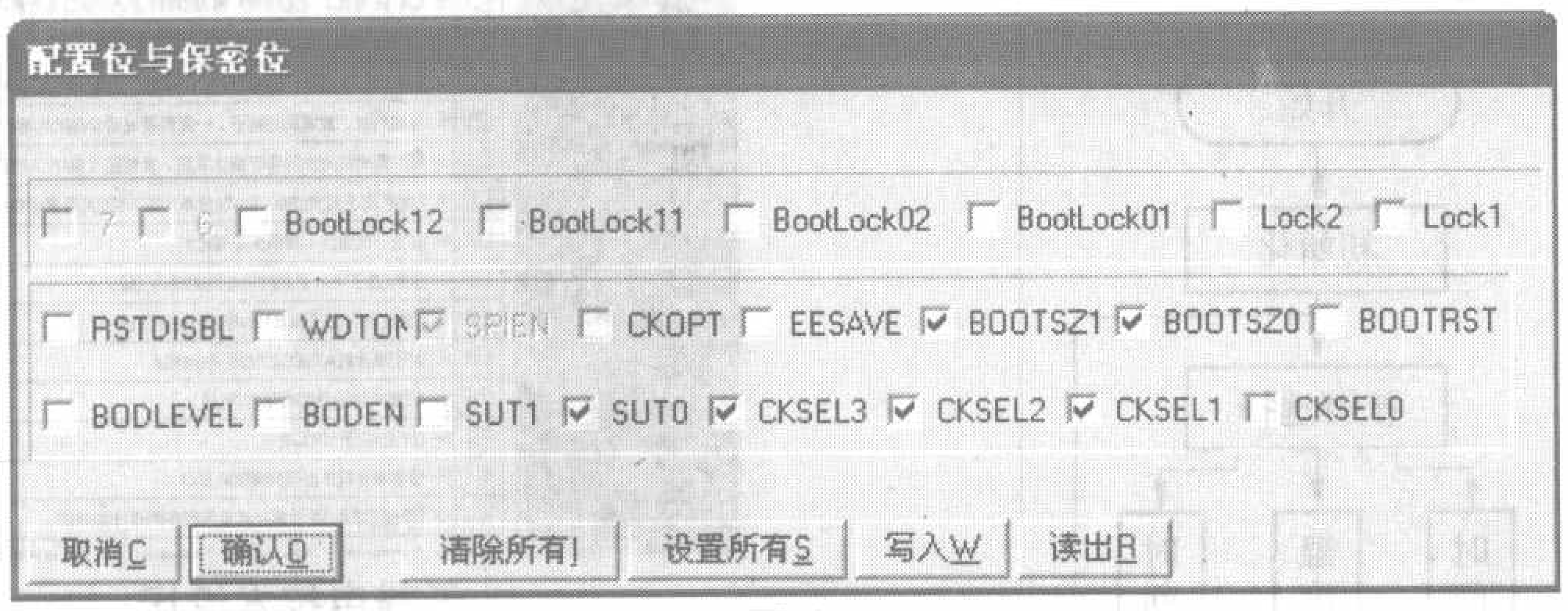


图4

余元器件的参数见图3。

电路板安装好后将编译好的程序目标文件tgtd.hex用软件写入ATmega8L，内部RC振荡器时钟频率设置等有关配置位设置见图4。

因为整个电路直接和交流电相连，所以调试过程中要特别注意安全。为保险起见，可先用外接的3V直流电源作单片机的工作电源，用示波器观看PB1的输出波形，输出波形的占空比应随着按动S1、S2发生变化。如果没有示波器，可用万用表测量PB1的输出电压，其输出电压也会随着按动S1、S2发生变化。调试正常后再接上交流电源就可以正常工作了。

编译好的源程序和有关文件见本期配刊光盘。

能、低功耗的RISC精简指令集8位单片机。8MHz工作频率下，具有8MIPS的处理能力。内部集成了8 K 的FLASH，支持ISP。比较重要的一点就是M8的输出采用推挽输出驱动能力很强，完全可以直接推动LED等大电流负载工作。

DS1302是MAXIM一款带涓流充电的时钟芯片，采用外部32.768kHz的晶振工作。可通过CPU对其编程设置进行工作。它还可以采用后备电池对内部RAM的数据进行断电保护，在电压为2V时，电流只有300nA。平时工作时还可以对其进行涓流充电，数据可保存达数年之久。在这里则只用到了一些最基本的功能。

DS18B20相信大家都已经听说过很多次了，它的特点就是简单，但有时候太简单了，也给我们数据读写工作带来了不便，但它还是不失为一款很经典的数字温度探头。使用时注意需要在数据口上装一个4.7kΩ的上拉电阻，以保证数据输入输出。

LED采用5×8的共阳极的LED点阵。如果手头没有，可以直接采用8×8的共阳极点阵（不过要浪费3排LED了），也可以修改一下代码，改用共阴的LED点阵。

ISP COM是对M8进行ISP编程的接口，编程的软件采用牧马编程软件，该软件的特点是：编程速度快，使用方便，在重新编译后能自动再次对芯片进行ISP编程。ISP电缆原理图如图2所示。其中，560×4的4个电阻用来限流。经过一段时间的使用，感觉性能比较稳定。

本电路共4个按键：SB1为模式按键，按动此键可依次显示为时间，温度、小时、分钟调整；SB2为复位按键，按动此键可复位M8；SB3、SB4为Down和Up键，在显示时间或者温度状态，按Up可以加快数字流动速度，按Down则减慢速度。在小时或者分

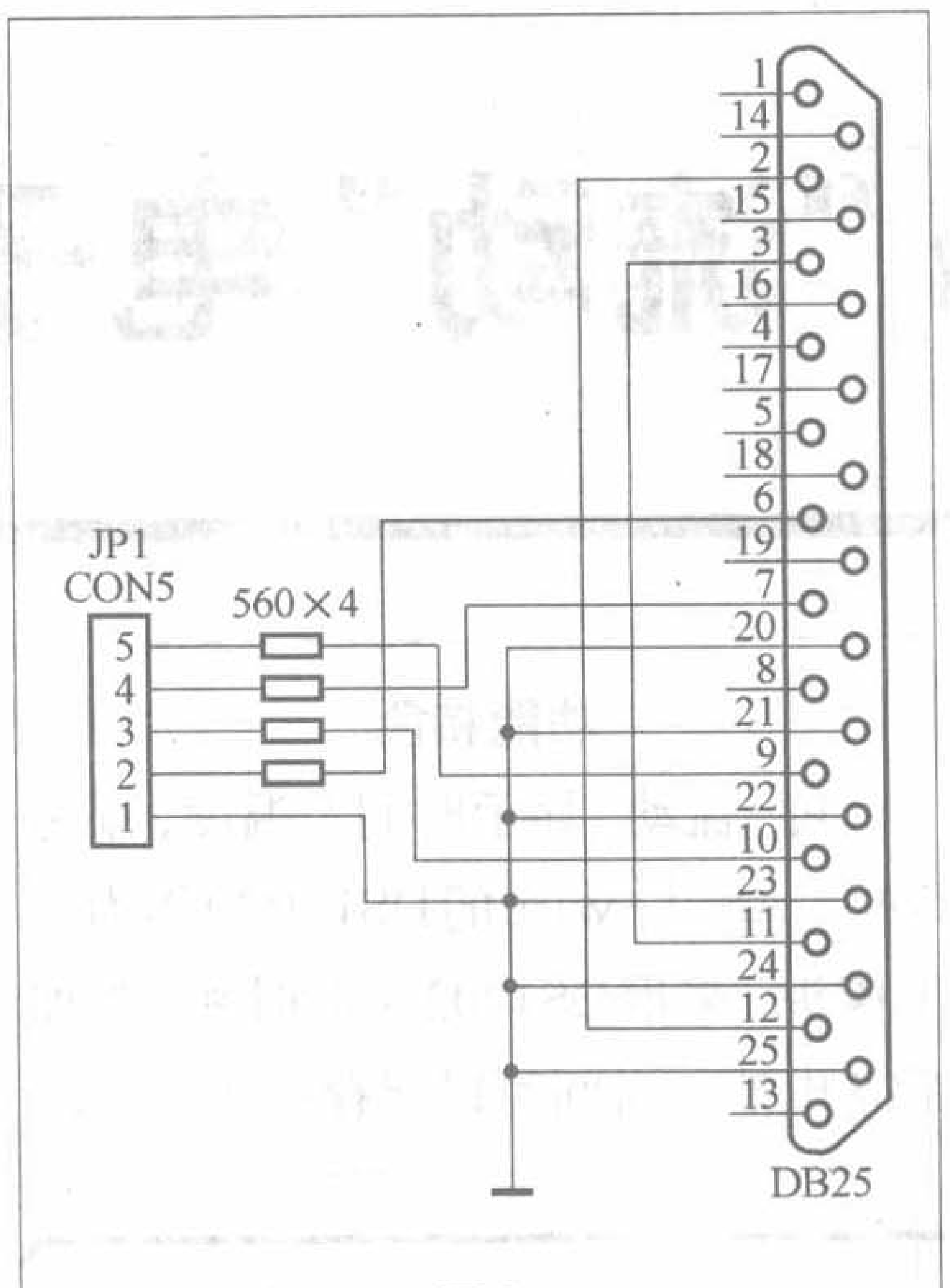


图2

钟调整状态，则起数据加减功能，在调整好时间后，再按动SB1，就设定时间完毕，时间开始运行。

软件设计

简单流程图见图3，源程序见本期配刊光盘。

软件采用ICCAVR编写，该软件能够利用代码工具生成M8初始化代码，简化了程序员的工作。软件原理如下：1.M8进行I/O口初始化，其中PC0～PC4为段码，PD0～PD7为扫描码，均设置为输出，PB1、PB2、PC5作为按键输入端设置为输入，PB3为DS1302使能，PB5为DS1302时钟，设置为输出，其他也均设置为输出。2.DS1302和DS18B20的初始化。3.开辟显存，用于存放显示数据，避免重复计算查询，提高了效率(不过是以牺牲RAM资源为代价的)。4.查询键值，并根据不同的状态显示不同的数据。

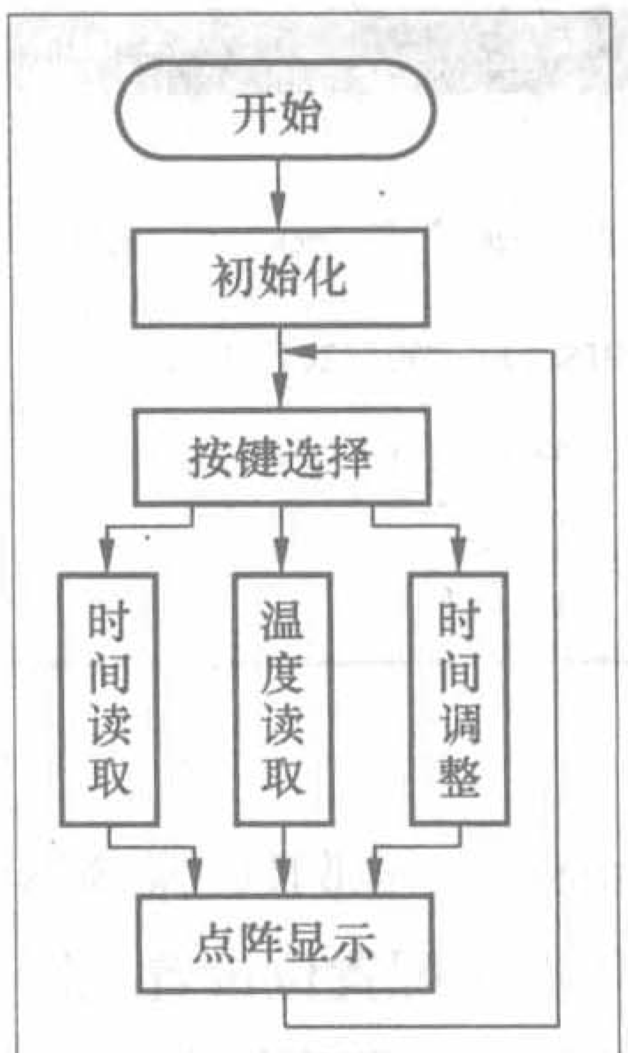


图3

注意事项

1.DS18B20需要在Data脚加上拉电阻，不然可能会遇到读出数据不正常的现象；

2.在M8和DS18B20、DS1302的电源脚附近最好需要加入滤波电容，笔者就遇到过M8频率高了运行不正常的现象，后来加上滤波电容就没有再出现过；

3.本电路都是数字器件，可直接在万用电路板焊接电路，一般只要电路连接正常就可正常工作（当然，考虑美观性等就由读者自行决定）；

4.本电路只完成了上面所述工作，更主要的是完成了基本的接口，有兴趣的读者可以在此基础上加以改进，以实现更多的功能。

制作好的电路见图4。

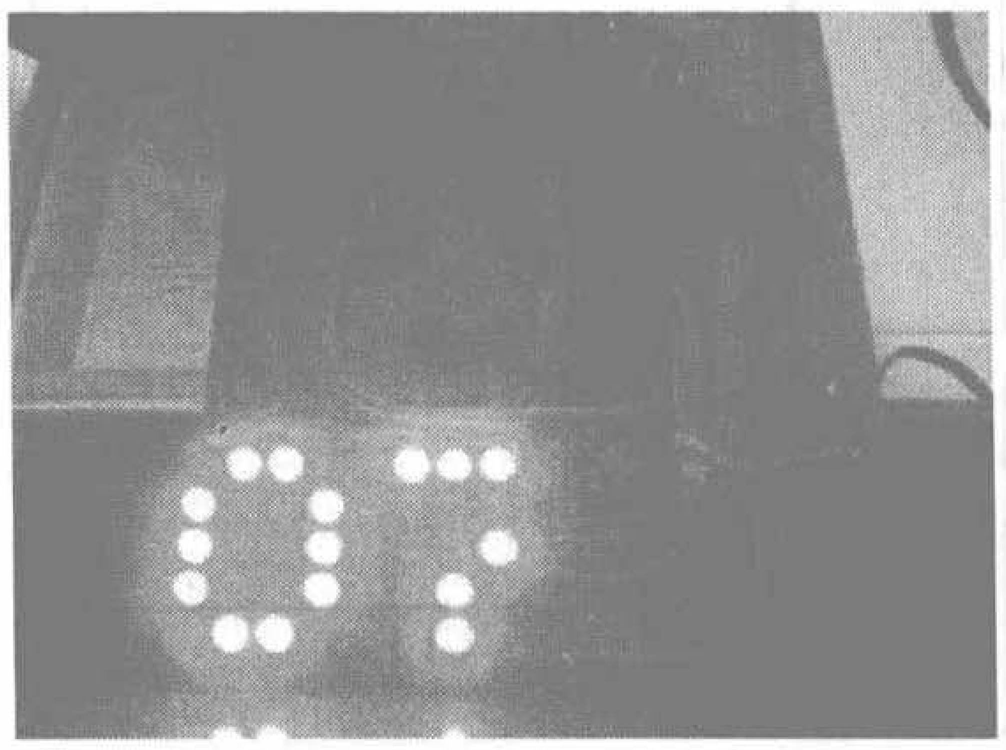
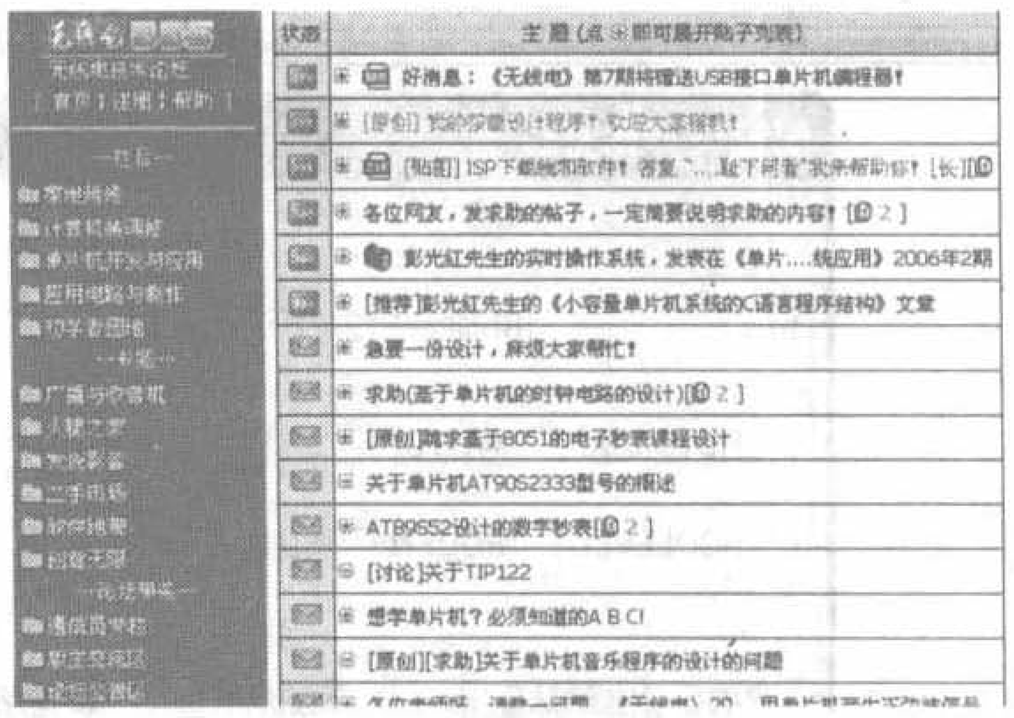


图4



无线电技术论坛

编者注：在无线电杂志网站的技术论坛上有很多网友对电子钟电路很感兴趣，欢迎读者参与网上的交流和讨论，网址为：www.radio.com.cn/bbs/。

用AT89C51单片机设计小区防盗自动拨号报警系统

文/王建国

本文设计的小区防盗自动拨号报警系统，属于智能化报警监控装置，无需人的监视，配置相应的防盗检测器，便可以自行投入工作。该设计以AT89C51单片机为核心器件，用EEPROM存储器存储电话号码，采用CMOS双音多频编码芯片PCD3311CT，只要利用用户的程控电话线，便可适时将警情发送给指定的小区警卫部或者110报警中心。并且用户可通过键盘设置、更改所需自动拨打的电话号码，使用方便灵活。如果配备不同的传感器后，可以应用于不同的场合，如对有毒气体泄漏检测及电源齐备故障检测，都能进行告警。

一、引言

小区已经安装了防盗报警装置，为何仍然失盗？为何至今仍然有人不习惯于使用防盗报警装置？这里涉及到系统的功能、可靠性以及系统在使用过程中是否简单方便、便于编程及产品是否实惠等一系列的问题。经过一段时间调查研究，从技术与经济的角度上认真分析，认为需满足下列要求，方能实现功能完善、操作方便这几个主要目标：

1．报警系统灵敏度要高，又要求防止误报。它能对来自传感器的事故信息进行分析，排除因小动物入侵而产生的误报信号及其他环境干扰信号。

2．事故地点（报警站）与被呼叫对象（接收站）之间的空间距离应不受限制。

3．系统必须使用起来方便灵活，如用户可以临时在键盘上修改电话号码又不因掉电而丢失。

4．报警系统必须适合大众消费、廉价、实用。

针对以上提出的要求，笔者分析对比了十几种防盗报警系统的内部结构和功能（见文末），设计了本系统。

二、系统简介

1．系统框图（见图1）

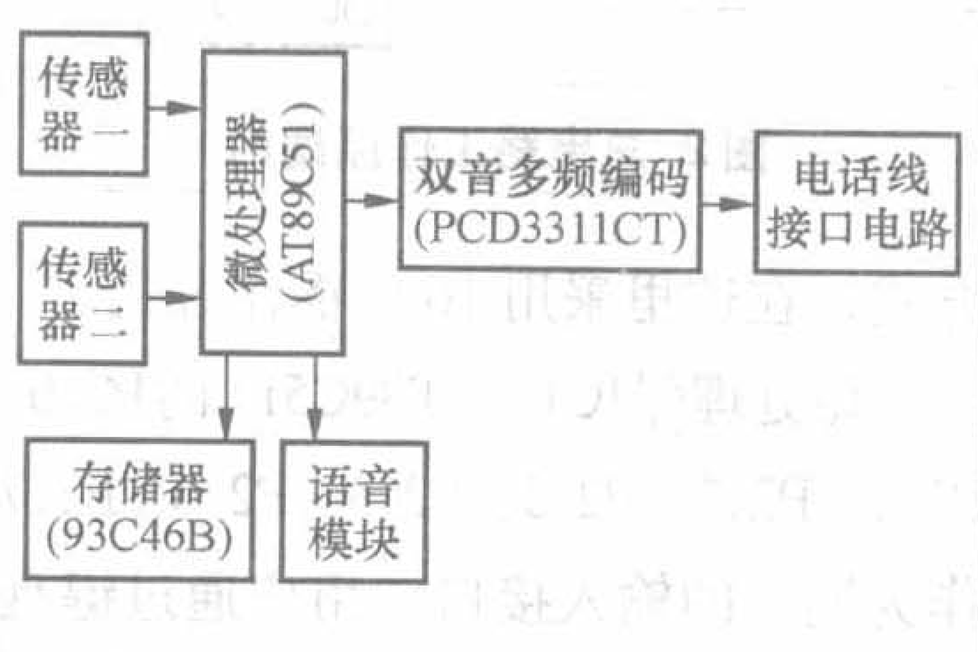


图1 系统框图

2．本系统完成的功能就是：当小偷从门或者窗户入窃时，该系统会通过红外传感器检测到，产生报警信号触发系统单片机工作。自动拨号系统自动拨打存储在存储器的电话号码（主人手机号码、保卫室的电话或者110报警中心，随用户设定），电话接通后，语音录放电路输出早已录好的报警求助语音信号（可以指明具体的事发地点，比如：某某学校男生宿舍101室出现盗窃现象）输出到电话线，并利用摄相机拍下整个小偷作案过程。

三、系统硬件设计与实现

1．芯片介绍

双音多频编码芯片PCD3311CT：它是荷兰飞利浦公司生产的单片硅栅CMOS双音频编码电路，不仅可为单片机控制的电话机提供多种双音频组合信号，而且还可根据需要产生不同频率的单音信号，或者将其编制一首歌曲音乐信号。它具有以下特点：(1)它可以产生如下信号：双音频电话机所需的16种标准双音频组合信号；8种单音标准频率信号；12种用于300～1200波特单工调制解调器的双音频信号；用两个八度的半音阶产生的悦耳的音调旋律。(2)各种同步的输出频率均由芯片上的3.58MHz晶振来控制，具有输出稳定、频度高等特点。(3)它能和所有标准的单片机直接接口，接受二进制码的并行或串行的数据，总线为I^2C总线。(4)其上有参考电压，可提供稳定的输出幅度，使其不受工作电源电压和环境温度的影响。(5)芯片上有滤波电路，所以失真很小。

微处理芯片AT89C51：高性能CMOS8位单片机，采用ATMEL高密度非易失存储器制造技术制造，与工业标准的MCS-51指令和输出管脚相兼容。

93C46B芯片是一种电擦除可编程只读存储器EEPROM，EEPROM可在正常工作电压下进行读写，并能在断电的情况下，保持信息不丢失。EEPROM的数据存取有三种通信协议：24系列的I^2C通信方式、25系列的SPI通信方式以及93系列的Micro-wire通信方式。93C46B采用的是93系列Micro-wire串行通信方式。

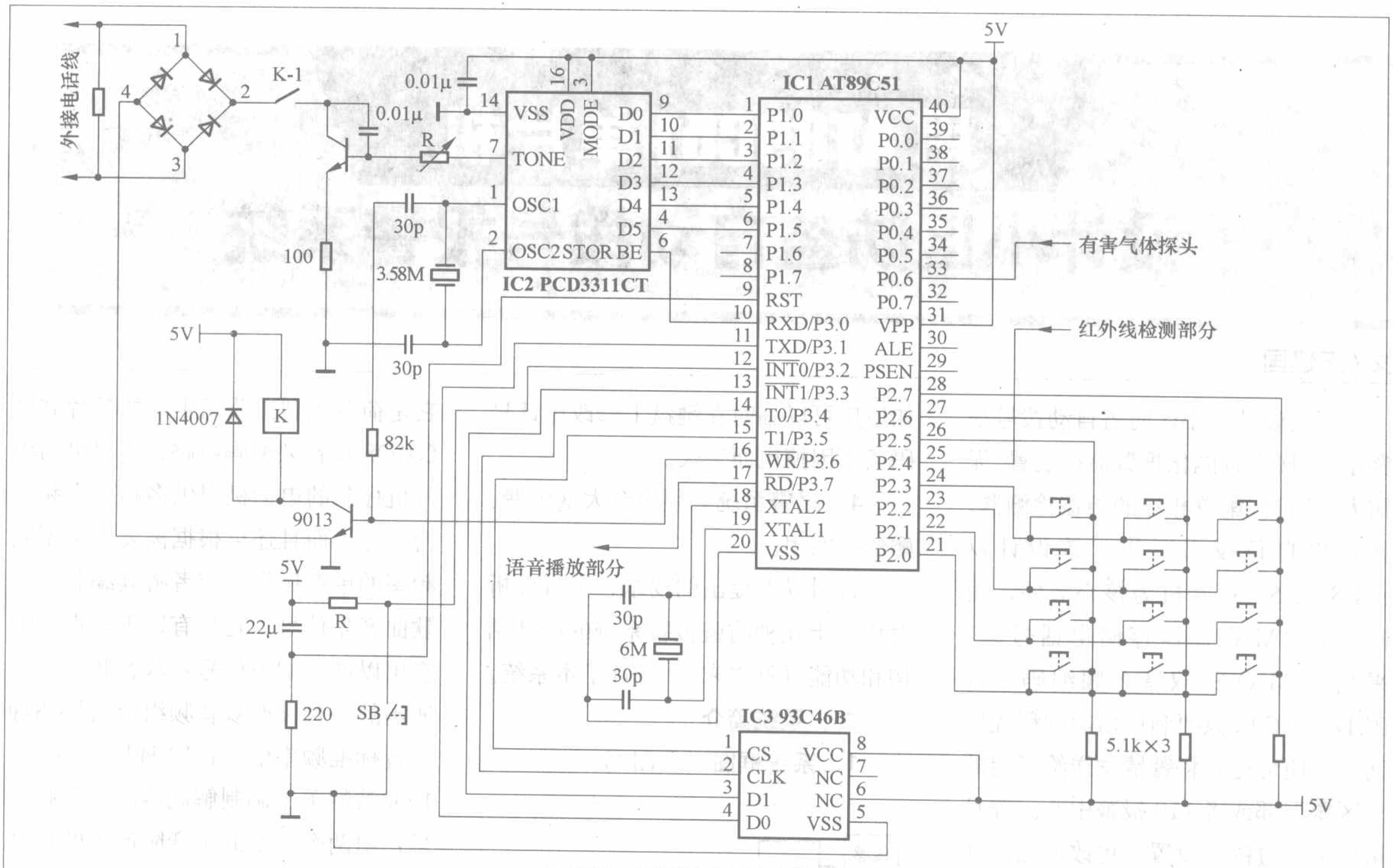


图2 总电路工作原理图

2. 系统工作原理

电路原理图见图2，其中IC2(PCD3311CT)是双音多频发生器，可以和所有标准的单片机直接接口，接收二进制码的并行或串行数据，串行数据格式为I²C总线方式。D0~D5为并行数据输入端口，MODE（3脚）为工作方式选择端口，在图中该端口接成高电平方式，用于输入并行数据。STR（6脚）是数据选通输入端，由IC1（AT89C51）的P3.0控制。TONE（7脚）为DTMF双音多频输出端。

IC3(93C46B)是MICRO-WIRE总线结构的串行EEPROM存储器，用于保存从键盘输入的电话号码，并且可通过键盘改写所需自动拨打的电话号码，断电后数据不会丢失。IC3的1~4脚分别为片选端（CS）、串行移位时钟端（CLK）、串行移位数据输入端(DI)和串行移位数据输出端(DO)。根据6脚电平的高低，有16位（6脚不接地）和8位（6脚接地）两种操作方式，在这里采用16位操作方式。

微处理器IC1（AT89C51）的P2.0、P2.1、P2.2、P2.3、P2.5、P2.6、P2.7作为键盘的输入接口，用户通过键盘输入所要拨打电话号码；P1.0~P1.5（1~6脚）主要用于PCD3311CT的数据接口，对双音多频编码芯片（PCD3311CT）传输数据；9脚接的是复位电路；P3口作普通I/O口使用，其中P3.1、P3.2、P3.3、P3.4、P3.5作为与EEPROM（93C46B）交换数据用，P3.0控制PCD3311CT的数据选通，P3.6用来控制继电器，P3.7用来控制语音播放部分，进行自动传输语音信息；P0.6、P2.4为告警信号输入（自动判断P2.4的状态，如从高电平变为低电平即拨号）。可配备不同的传感器，如热释电红外传感器、有害气体传感器等。

工作过程：当微处理器IC1（AT89C51）从P2.4或P0.6口检测到信息，即此端口无信息时为高电平，当由高电平变成低电平时，表明检测到信息。这时，微处理器调用用户事先通过键盘输入的存储在IC3(93C46B)存储器的电话号码。电话号码通过微处理器送至双音多频编码芯片IC2(PCD3311CT)中，经过IC2(PCD3311CT)双音多频编码之后，自动拨打电话。与此同时，微处理器经一段延时，等待对方摘机后，把P3.7置高电平，控制语音模块事先录好的语音信息，实现语音报警。

四、软件设计

本软件设计主要由3大部分组成：主程序、自动拨号子程序及键盘扫描子程序，其流程图分别见图3~图5，完整的程序见本期配刊光盘。

1. 软件调试工具的选取：H51/S伟福仿真器、POD-H8X5X仿真头、WAVE6000单片机集成开发环境。

2. 调试过程：把H51/S伟福仿真器和PC机的串行口连接好，然后在H51/S伟福仿真器上连接POD-

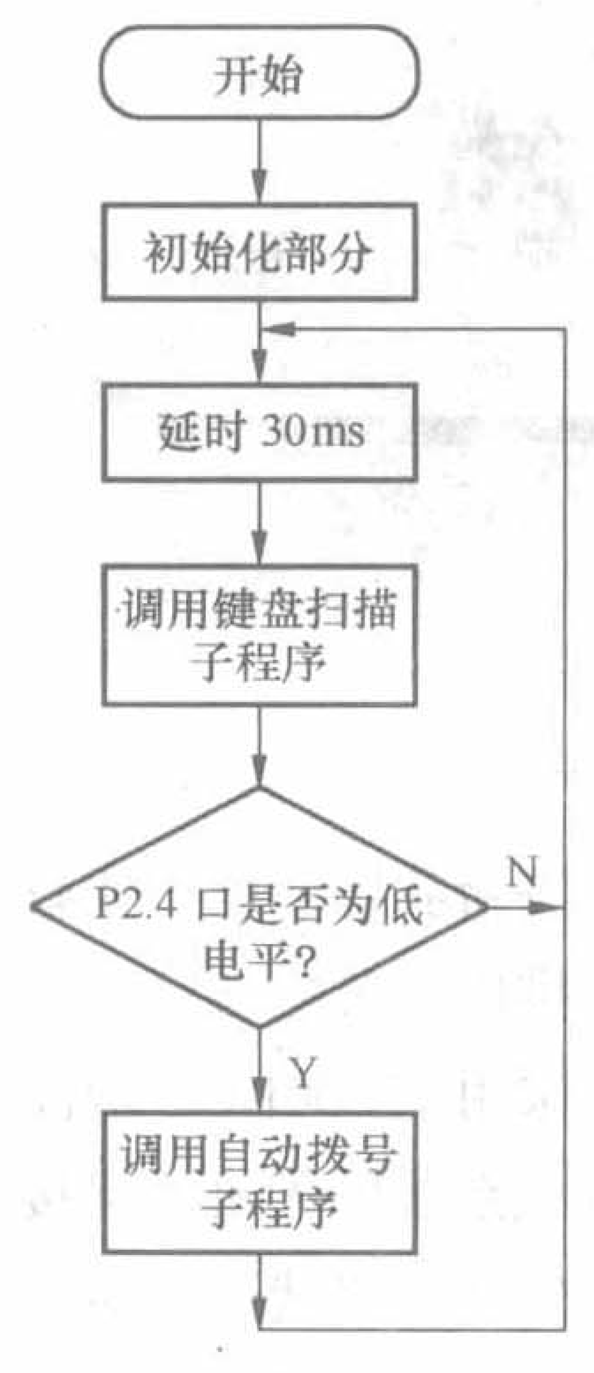


图 3 主程序流程图

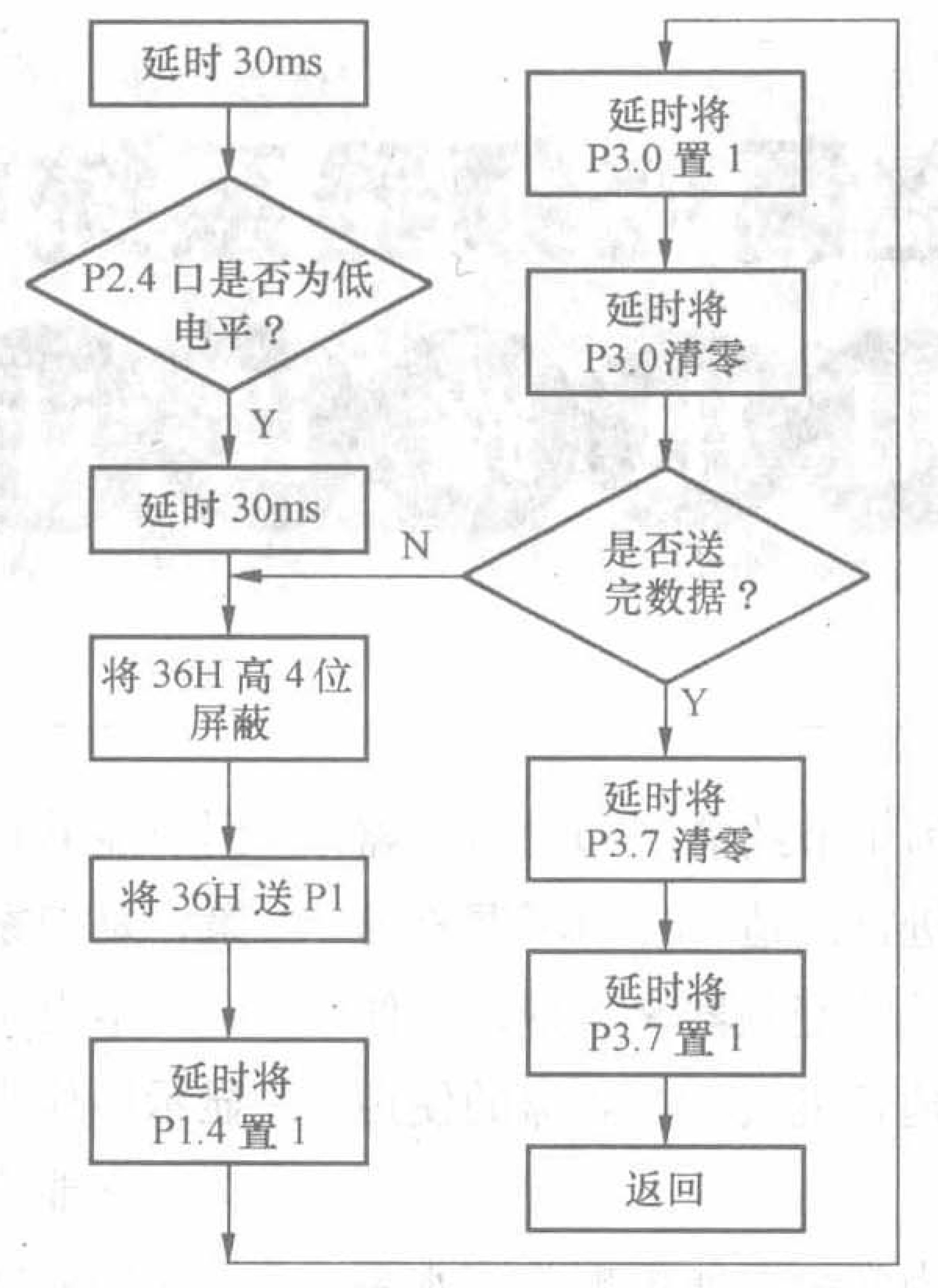


图 4 拨号子程序流程图

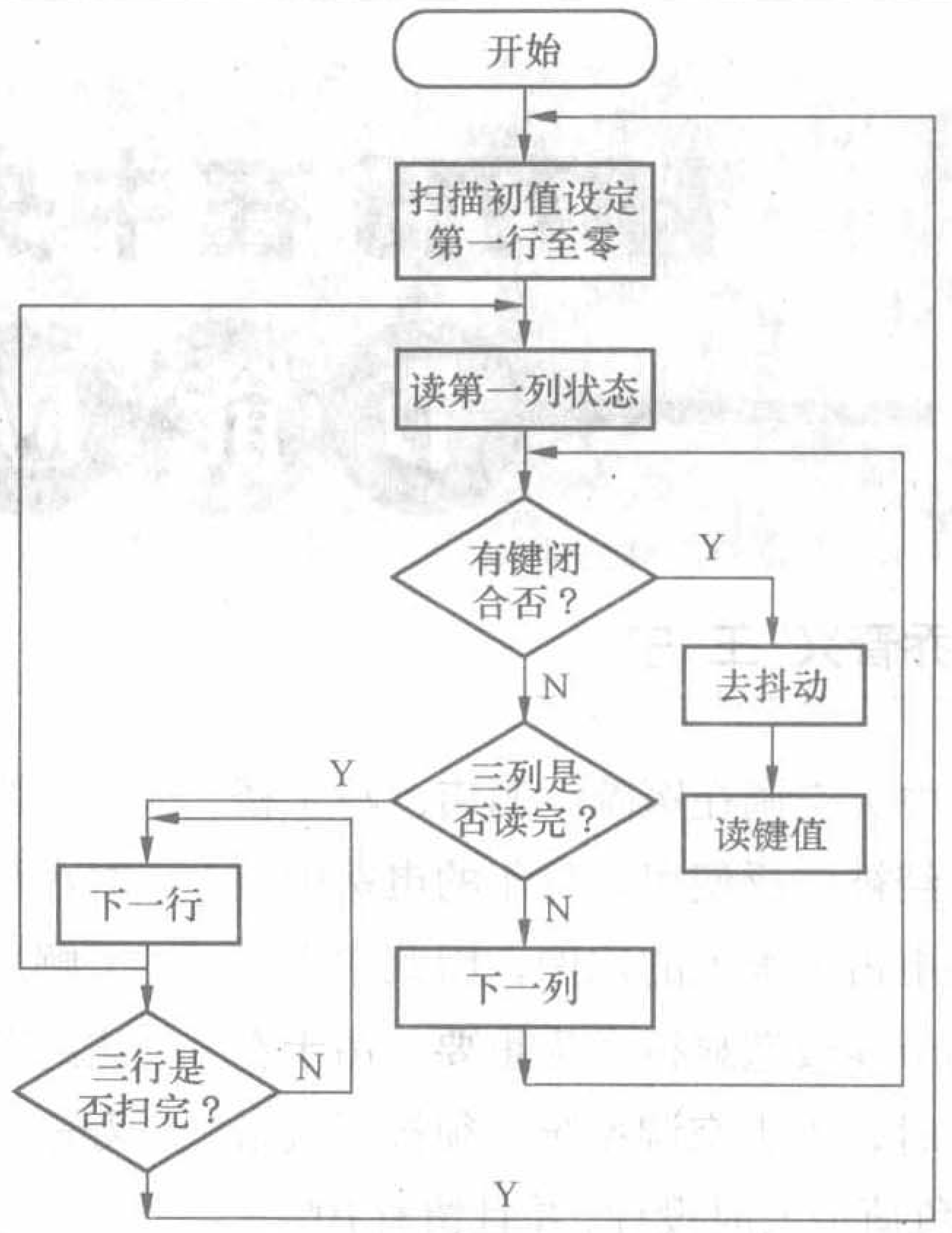


图 5 键盘扫描子程序流程图

H8X5X 仿真头，在 WAVE6000 的仿真器菜单栏访真头设置中选中相应的型号。在程序执行开始时，测得P3.7、P3.6 口的电压为低电平，说明正常。在程序执行过程中，从键盘输入电话号码，在数据窗口中，可以看到输入的数据正确。当红外线检测电路检测到信号时，P2.4 口输出低电平，P3.6 口变成高电平,继电器发出的响声,这说明继电器已经吸合，表明接通电话线，经过拨号后，P3.7口变成高电平，另一继电器又吸合，接通语音模块电路，传送语音信息。

附：笔者对几种防盗报警系统的比较

1.泉州贝特红外无线防盗报警器(型号：BT700D15)

优点：该防盗报警系统采用全套美国进口集成电路，调频传送报警信号，晶体稳频具有探测灵敏、安装简单的特点。

缺点：在国家无线电管委会只批给防盗报警器使用 315MHz 和 430MHz 这两个无线频率的情况下，如果盗贼随身携带一个双频率信号发生器作案的话，就可以阻塞住所有无线防盗报警器的接收通道而使其收不到探测器部分发来的无线报警信号而报不了警。抗干扰能力较低，报警受到距离限制。

2.安博士普通防盗报警器(型号：ABS)

优点：无线高音扬声器，安装方便，无需电话线，可自由增加新的探测器，一旦探测器触发，迅速启动110分贝的高音警笛，现场报警。适用于简单需要现场报警的任何地方。无线布控，不需布线，不需电话线，安装简便，功能强大。可以兼容达100个不同的防区，探测器可以自由改变防区，并有24小时防区（指第一、四、五防区），每一防区可以兼容大量的探测器部分撤防，第二防区红外探测器，使用无线遥控 4 个简便的按钮。

缺点：对于用户装有多个探测器或紧急按钮的情况，管理中心无法区分报警的性质，不能及时作出正确的反映。甚至在不布防时，根本不能将报警信号送出去。产生很大噪音，对周围环境影响大，且功耗较大。

3.多路无线防盗报警器（型号：Dh-kh8810)

优点：该防盗报警器由报警主机和红外探测器组成报警系统。探测器一旦探测到入侵，立即把报警入侵信号无线密码传输到报警主机，主机接收到报警信号后，会立即启动高分贝警笛现场报警器，主机面板上的LED显示报警防区，明确显示入侵方位，同时报警主机还有时间显示、报警记录查询、自动开关机等功能。

缺点：产生的报警声音大，对周围环境影响大，价格昂贵，性价比较低。

4.利用闭路电视监控系统构成一个统一的安防网络。如广州新智科技有限公司、深圳市浩海源电子有限公司开发的产品。

优点：前端报警器能够快速、准确地检测到现场的异常状态，经设防区报警收集编码后及时通报给系统控制主机。系统控制主机可自动判别报警信号的来源，自动生成报警日志，如实记录报警发生的地点、时间、日期，以备日后查询。通过内部对讲系统或监听系统，可收到现场的声音信号，与现场人员交谈，全面了解现场情况。系统可为操作人员判别报警信号的可靠性和现场事态的严重性提供必要的决策依据。

缺点：系统结构复杂，小区必须投入大量的人力、物力建立报警中心。

AD7715在中央空调变频器系统中的节能应用电路设计

文/乔晋兴 王 宁

中央空调在医院、酒店、写字楼里已经被广泛使用，每年的电费中空调耗电占了很大的比例，因此中央空调的节能改造显得尤为重要。由于在设计时，中央空调系统必须按天气最热、负荷最大时设计，并且留有10%～20% 设计余量。然而实际上绝大部分时间空调是不会运行在满负荷状态下，所以节能的潜力就较大，其中，空调主机可以根据负载变化随之加载或减载，而冷冻水泵和冷却水泵却不能随负载变化作出相应调节，存在很大的浪费。水系统长期处在“大流量、小温差”的不正常状态，这不仅造成大量电能浪费，而且还造成中央空调最末端达不到合理效果的情况。

水泵电机在制热与制冷的管路循环系统中的作用是推动热水或冷水物质的位移运动，而中央空调机组主要采用对热水或冷水物质设置上限温度和下限温度的温差型启动运行方式。在微温差及无温差的水循环系统中，电机水泵的运动维持主要以防止冬季冻管、避免再次启动有相对的惯性、不要结气为准则，此时只要有10Hz～20Hz（20%以下的电能）的变频电机作用就足够了。这时电机水泵仍然保持工频运行，电机水泵的能耗巨大。此时采用变频器就可以节省80%以上的电能。基于水泵在制热与制冷循环管路中的位移运动作用，我们设计的节能电路不仅适用于空调变频系统，也非常适合应用于普通烧煤型锅炉的水循环系统中。

综上，为了节约能源和费用，需对水泵系统进行改造，经市场调查与了解采用成熟的变频器来实现，以便达到节能和延长电机、接触器的使用寿命。

这是因为变频器能根据冷冻水泵和冷却水泵负载温度变化随之调整水泵电机的转速，在满足中央空调系统正常工作的情况下，使冷冻水泵和冷却水泵转速做出相应调节，以达到节能的目的。水泵电机转速下降，电机从电网吸收的电能就会大大减少。设计方案如图1所示，只需在中央空调冷却管出水端安装一个温度传感器（图1B处），在冷冻水管回水端安装一个温度传感器（图1A处），简单可靠。

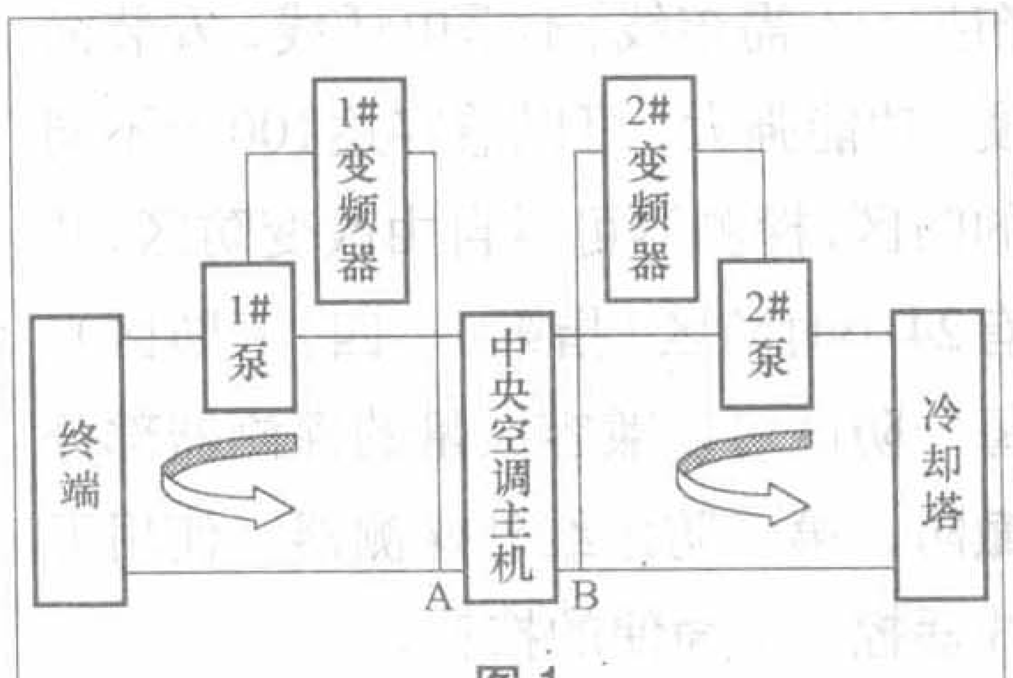


图1

本文向大家推荐一种AD7715在中央空调变频器系统中的节能应用电路，它采用单片机控制，能够显示时间、温度、开机、关机、故障，定时和温度控制的多级设置设计系统电路，并有故障提示查询功能。可根据经验来设定运行和停止的控制温度、定时时间间隔和次数。本系统可控制变频器启停和运行频率，来达到节能的目的。符合我国节能产业政策，是国家大力推广的节能项目。

本电路设计采用12864LCD液晶显示屏作为单片机系统的人机交互接口，它能产生丰富的含义代码和更人性化的界面；采用了16位模数转换器AD7715和12位数模转换器MAX538，使得控制更加平滑；有0～10V的电压信号和0～20mA的电流信号工业标准输出接口，提供到标准的变频器接口；还有专家PID算法使得控制更加稳定。主控CPU采用STC89C58RD+ 51系列单片机，具有ISP接口，让现场编程更加容易。

本电路的系统设计框图如图2所示。主要包括中央处理器CPU模块，时钟电路模块，键盘输入模块，复位电路模块，环境温度信号采集输入模块，出水、回水温度AD信号采集输入模块，变频器开关机信号输出模块，频率控制电压、电流接口DA输出模块和LCD液晶屏显示电路模块。

电路设计

如图3电路原理所示，本电路采用8位单片机STC89C58RD+作为主控制芯片，用于数据处理、初值设定、显示控制和专家PID算法数字化处理

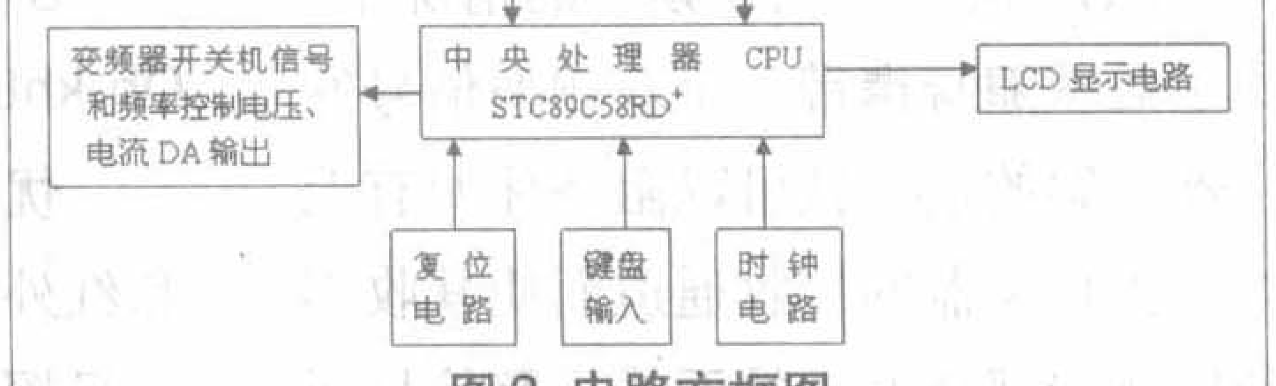


图2 电路方框图

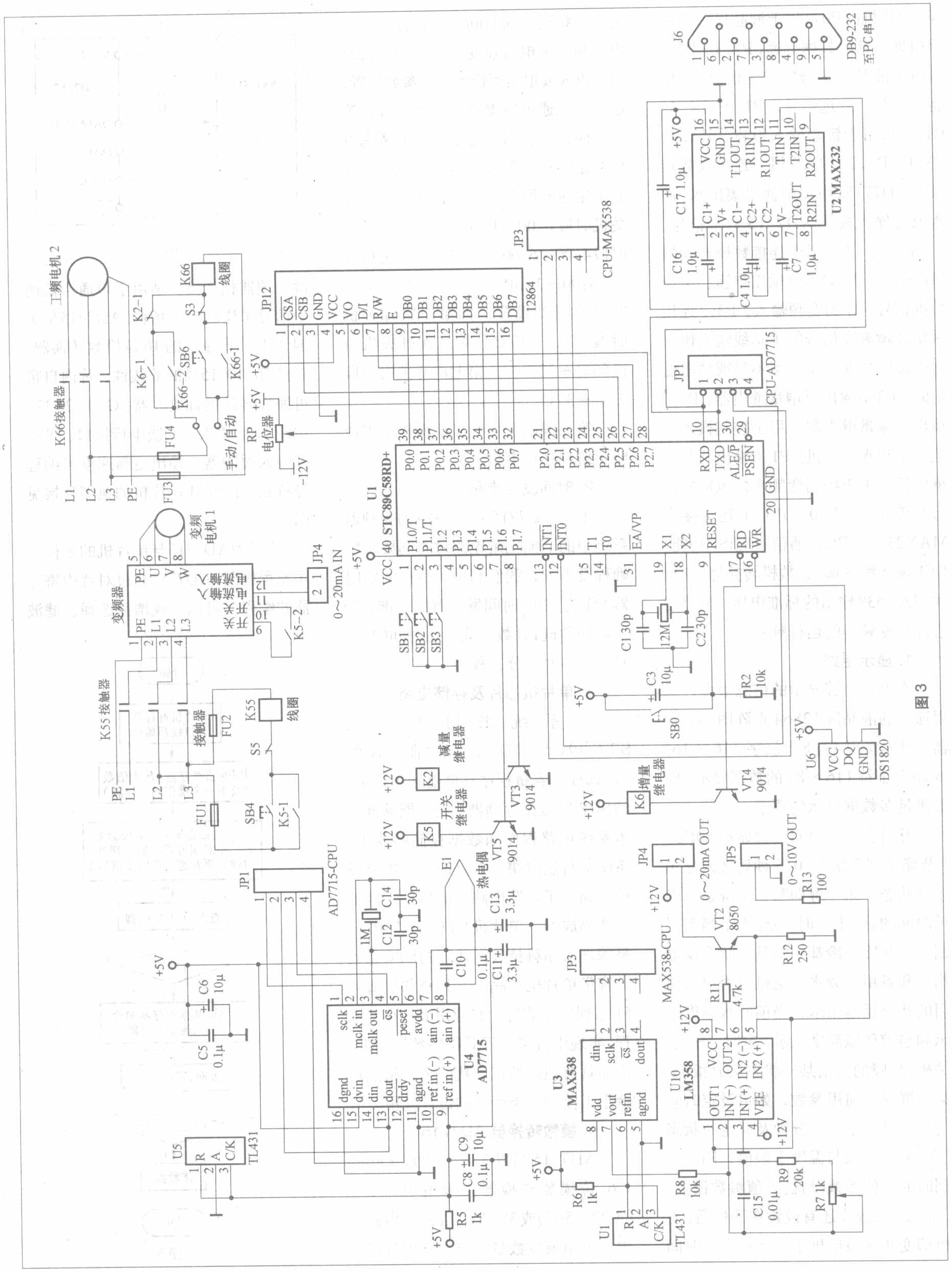

U1 STC89C58RD+
U2 MAX232
U3 MAX538
U4 AD7715
U5 TL431
U1 TL431
U6 DS1820
U10 LM358
J6 DB9-232 至PC串口
JP12 12864
JP1 CPU-AD7715
JP1 AD7715-CPU
JP3 CPU-MAX538
JP3 MAX538-CPU
JP4 0～20mA IN
JP4 0～20mA OUT
JP5 0～10V OUT
工频电机 2
变频电机 1
变频器
K66接触器
K55接触器
K66 线圈
K55 线圈
手动/自动
RP 电位器
开关继电器
减量继电器
增量继电器
热电偶
VT2 8050
VT3 9014
VT4 9014
VT5 9014

图3

等。单片机的P0口用于液晶显示器显示相关信息的数据传递，P2.3~P2.7口用于液晶显示器的控制信号 、使能、读写、片选信号。P1.0、P1.1、P1.2口用于键盘输入设置。P3.0、P3.1、P3.2、P3.3用于连接模数转换器AD7715，由热电偶采集出水、回水温度输入模块AD7715数据信号。P2.0~P2.2口用于连接数模转换器MAX538，MAX538输出电压、电流数据信号，作为变频输入。P3.7连接采集环境温度信号的单总线输入模块DS1820。变频水泵功率不足或功率溢出时，P3.6输出至增量继电器，P1.7输出至减量继电器，用于控制投入或退出工频水泵电机。P1.6输出至开关继电器，用于控制变频水泵电机的运行与停止。P3.0、P3.1还连接有MAX232，与PC机通信实现ISP功能，便于现场编程调试。数模转换器DA模块MAX538输出的标准电压、电流信号控制变频器的运行频率。

1. 显示电路

本电路能够显示的信息很多，采用通用的液晶屏12864点阵图形显示器，可以实现4行8个汉字（16×16）或16个字符（16×8）的数据显示，能够满足多数据显示的要求。

开机会在屏中间位置显示“QIX-1节能控制系统”，0.5秒后转入显示主屏状态。第一屏即默认主屏显示当前时间的月、日、时、分、秒，当前为制热、制冷、冷却中的某一状态反显指示和备用工频水泵电机是否投入使用的状态反显指示，当前回水温度显示和当前环境温度显示，定时、开机、关机、故障的当前某一状态反显指示；第二屏显示通用参数，如可设定时间的月、日、小时、分钟及非定时状态下的温度上限与温度下限值，PID控制时的P值参数设置、I值参数设置、D值参数设置，还有设置在开机后，主机即变频水泵电机工频运行多长时间转入变频运行的时间参数设置，和备用工频水泵电机在变频器极限多长时间后投入或退出运行的时间参数设置。这些可以通过按键进行确认设置；第三、四、五、六屏是基于节能考虑设计的定时状态参数设置。第三、四屏显示定时时段时间设置，如第一次开关机时段0:00~1:30，第二次开关机时段4:00~6:00……第七次开关机时段23:00~23:45；第五、六屏显示定时时段温度设置，如第一次开关机时段60℃~30℃，第二次开关机时段55℃~30℃……第七次开关机时段53℃~35℃。

第七屏以后可以显示操作使用说明手册和注意事项。

2. 时间发生电路

由于AD7715在中央空调变频器系统中的节能应用电路对时间要求精确程度不高，我们利用单片机的定时器1作为50ms时间发生器的基准，20次累加秒进1计数方式产生时间的年、月、日、时、分、秒。

3. 单片机芯片及存储电路

本系统采用单片机STC89C58RD+，其内部32K的FLASH大容量程序存储器和内部1K的SRAM数据存储器，完全能够满足本系统电路程序和数据存储的要求。系统运行速度快，并且简化了电路设计、缩小了印制电路板的体积，降低了产品成本。单片机STC89C58RD+是深圳宏晶科技公司代理的STC系列大容量单片机产品，其指令和引脚与51系列完全兼容，它应用ISP在线编程，实现串行接口下载程序数据，STC产品具有超强的抗干扰能力，特别适合于工业控制类产品的设计应用。

4. 模数转换器AD7715

AD7715是以Σ－△原理工作的16位模数转换器，采用单一5V(AD7715-5)或3V(AD7715-3)电源供电，可用最少数量的口线与单片机或微处理器相连接，适用于单通道低速小信号采样的应用场合。AD7715是美国ADI公司生产的16位模数转换器。它具有0.0015%的非线性、片内自带可编程增益前置放大器、G=1/2/32/128、差动输入、三线串行接口、带模拟输入缓冲器、输出更新速度可编程等特点。它与51单片机的典型连接见图4。

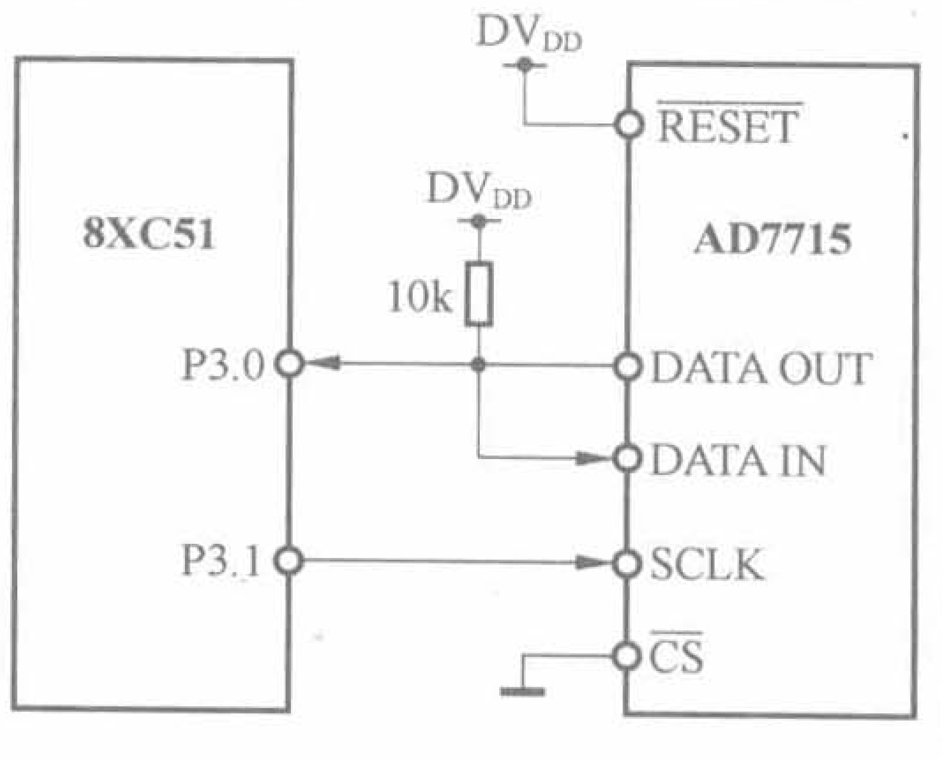


图4

图5为AD7715与单片机的采样程序流程框图，AD7715通过对片内寄存器的编程，可以实现增益选择、滤波

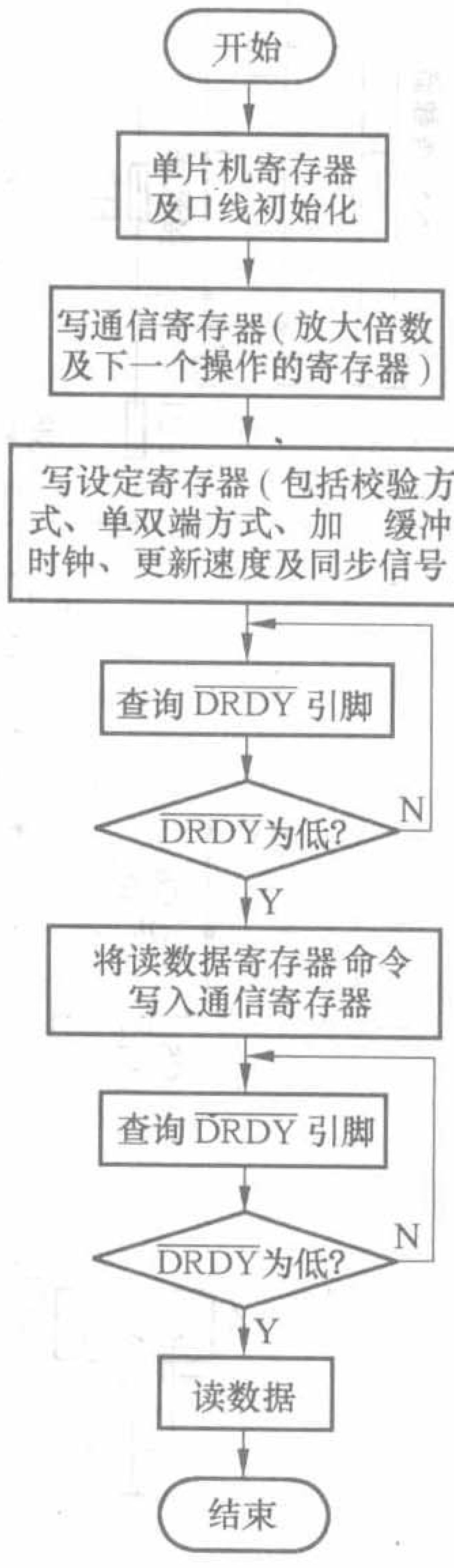


图5

频率选择、转换周期选择、自动校准和AD转换等功能。对AD7715的任何一种操作，必须首先对通信寄存器写入相应代码，然后才能对其他寄存器读写。采样时要先写通信寄存器，然后是写设定寄存器，接着查询DRDY信号，DRDY信号变低后可写入读数据寄存器命令，如果这时DRDY仍为低电平，可以将本次采样的16位结果分两次读出，每次8位。

在本应用中AD7715用于温度测量。由于一般热电偶输出的电压值可在正负之间变动，必须将AIN (-) 接在REF IN (+) 的引脚上，REF IN (+) 控制在2.5V，这样热电偶的电压值变动时，AIN (+) 端电压的变化不会超出器件的测量范围。TL431提供2.5V的外部基准电源，作为AD7715进行A/D转换的基准电压。单片机51芯片采用串行口与AD7715通信，串行口工作在方式“0”。P3.1脚提供了AD工作所需的时钟，P3.0接收和发送通信数据，P3.2是片选信号，P3.3接/DRDY，单片机51芯片可以通过查询P3.3的状态来判断是否可以读取A/D转换结果。必须注意的一点是：由于AD7715接收时是高位先接收，而单片机51芯片是低位先输出，在发出控制字时必须先将数据进行高低位变换输出，在单片机51芯片接收AD7715时也存在类似问题，对接收到的数据也要进行高低位调整。

AD7715以其优良的性价比和较高的分辨率，在小信号的采样中得到很好的应用，在热电偶、热电阻测温的应用方面取得了令人满意的效果。

5.数模转换器MAX538

串行数模转换器MAX538是美国Maxim公司新推出的12位D/A转换器，具有转换速度快、精度高、功耗低等特点，是一种新型D/A转换器。其主要性能如下：(1) +5V 单电源供电；(2) 缓冲电压输出；(3) 140μA供电电流；(4) 线性误差±1/2LSB (max)；(5) 上电复位；(6) 可变电压输出：0V to 2.6V；(7) 8脚 SO/DIP 封装；(8) 串行数据输出。它可应用于电池检测、电池供电的测试仪器、数位偏移和增益调节器、成组操作或远程工业控制、计算机和移动控制装置、便携式电话等领域。

MAX538采用由片选、时钟和数据构成的三线制串行数据接口，与SPI、QSPI、Microwire等多种串行通信标准兼容。芯片通过写入两个字节进行编程，先将包括4个无效位的高位字节写入移位寄存器的MSB，然后将低位字节写入寄存器LSB，其中无效位仅在芯片构成菊花链结构时需要。当片选信号CS为低时，在时钟上升沿数据被写入16位移位寄存器。当CS变高时，移位寄存器的低12位被转移到数模转换寄存器中，同时更新输出电压。

在本应用中P2.1输出MAX538所需的串行时钟，P2.0输出MAX538转换的D/A数据，P2.2输出MAX538所需的片选信号，ref in由TL431提供2.5V外部基准电源，故MAX538输出电压范围为0～2.5V。该输出电压经运算放大器LM358构成的电压跟随器输出0～10V的电压信号和0～20mA的电流信号，为变频输出提供接口信号。

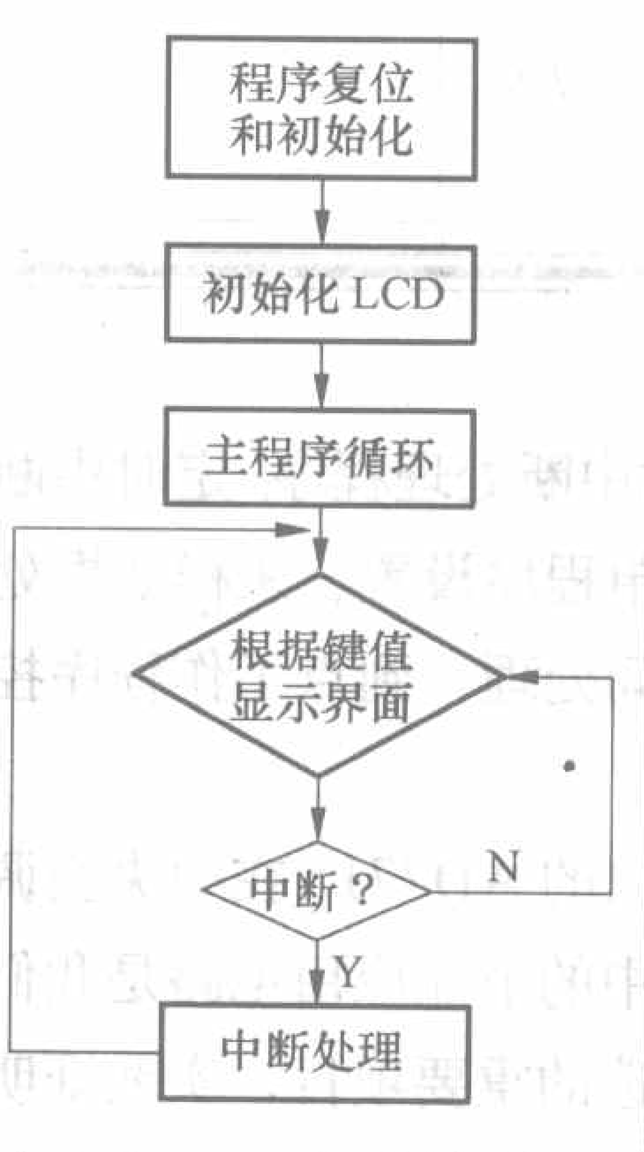


图6 主程序流程图

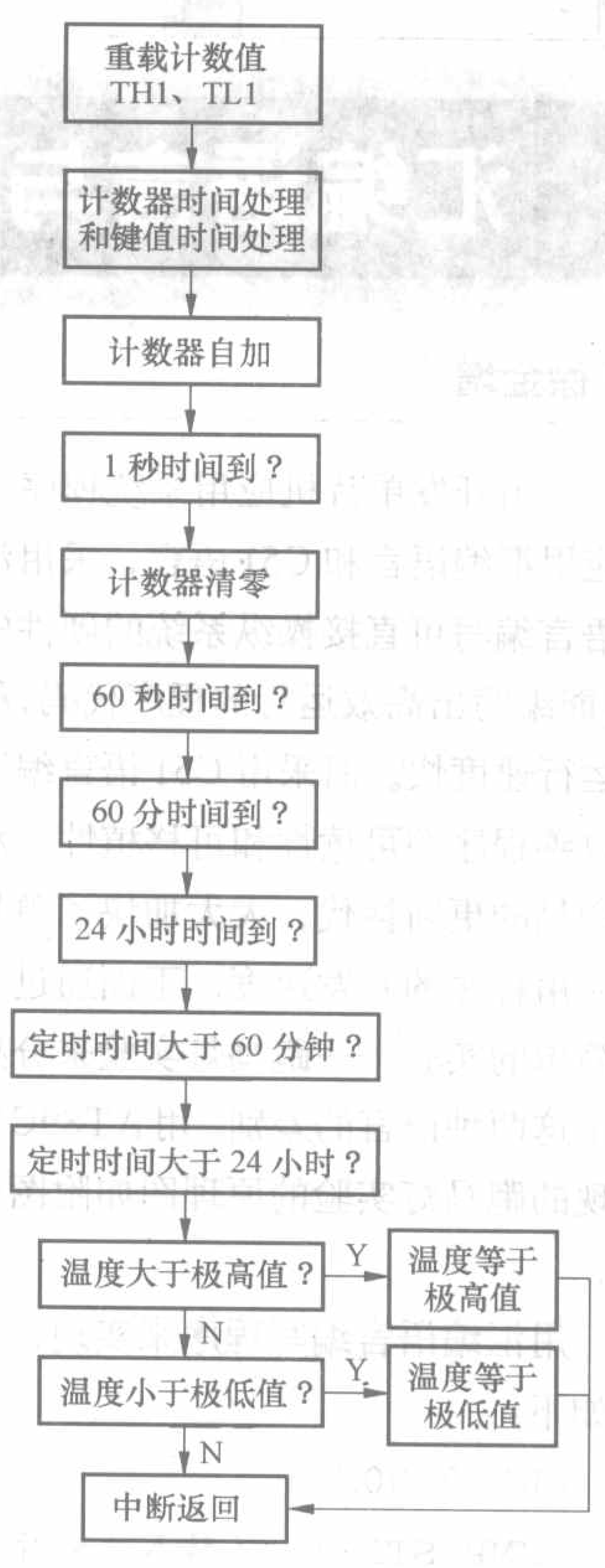


图7 定时器1中断处理流程图

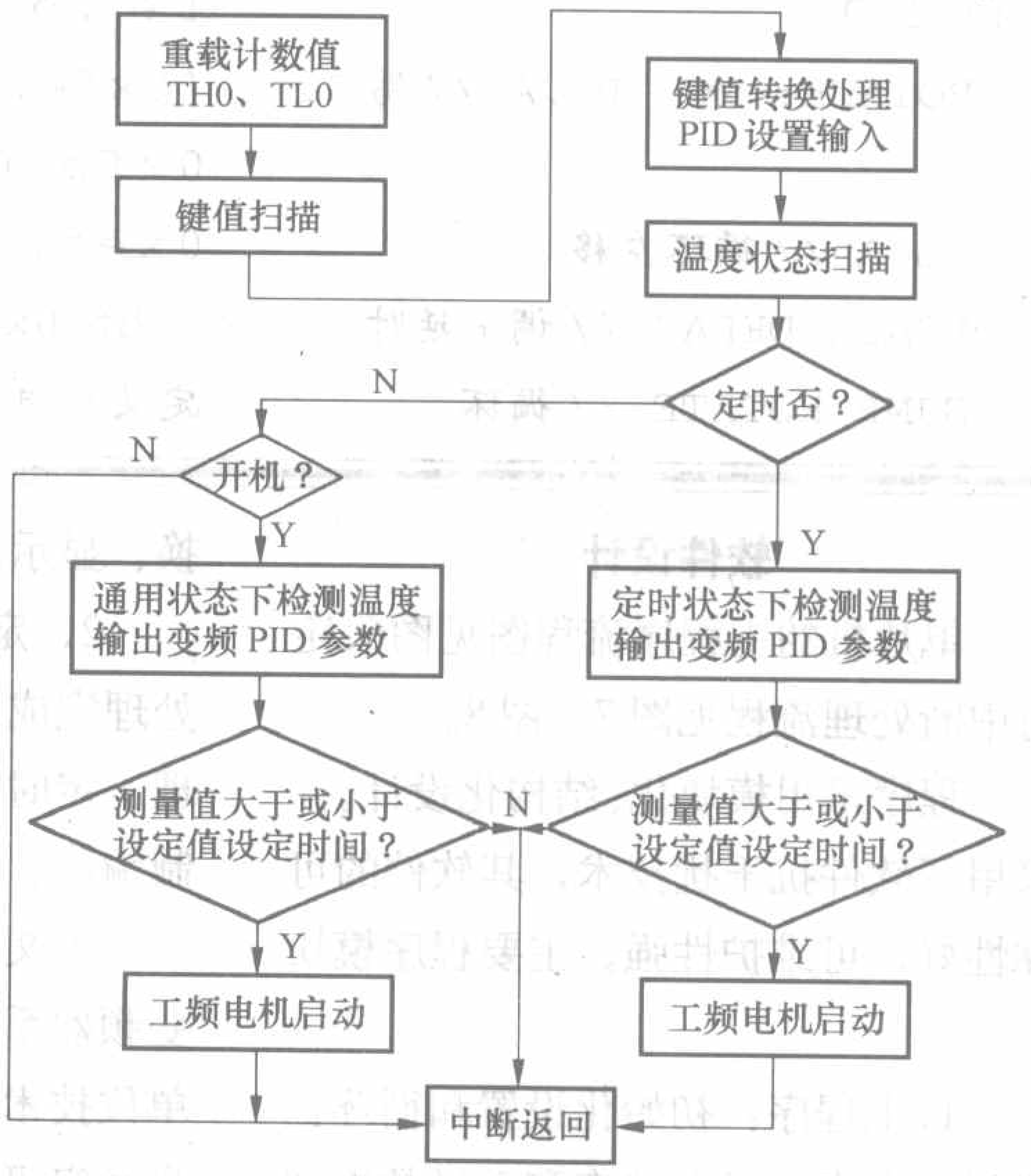


图8 定时器0中断处理流程图

单片机编程技巧

汇编语言与C51语言实现跑马灯实验的比较

文/徐金增

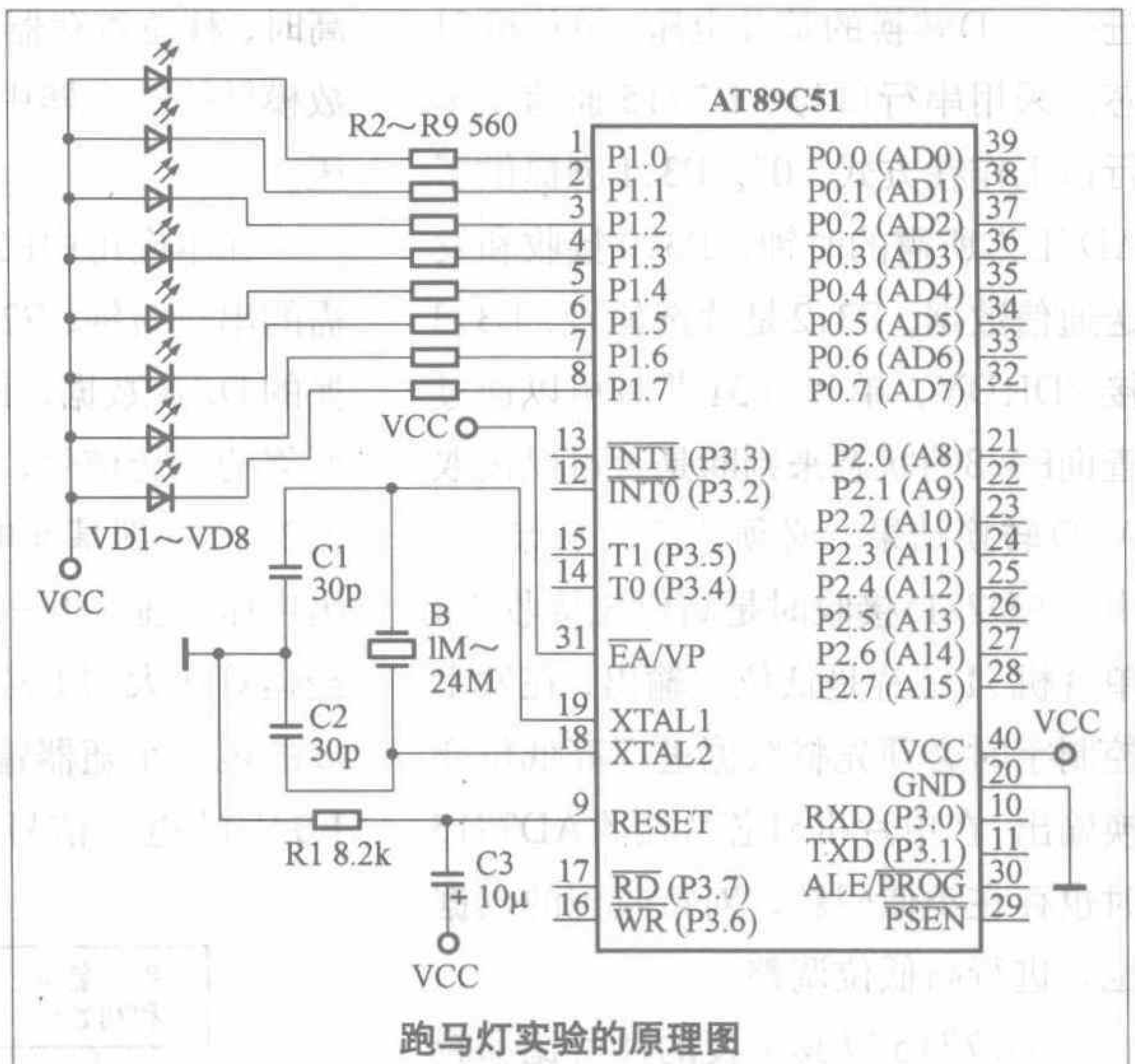
当前开发单片机应用系统程序主要应用汇编语言和C51语言，采用汇编语言编写可直接操纵系统的硬件资源,能编写出高效运行的程序代码,程序运行速度快。而采用C51语言编写可改善程序的可读性和可移植性，利于产品的更新换代，大大加快了单片机应用程序的开发速度。下面通过一个简单的实验——跑马灯实验来分析一下这两种语言的差别。用AT89C51实现的跑马灯实验的原理图如附图所示。

用汇编语言编写程序来实现，程序如下：

```
ORG 0000H
LJMP START //转入主程序
ORG 0040H
START:MOV SP,#60H //设置堆栈指针
MOV A,#0FEH//送A 11111110
ROTATE: MOV P1,A //写P1口
RL A //循环左移
LCALL DELAY //调用延时
SJMP ROTATE //循环
DELAY: MOV R0,#0AH //延时子程序(1秒)
DELAY1: MOV R1,#00H
DELAY2: MOV R2,#0B3H
DJNZ R2,$
DJNZ R1,DELAY2
DJNZ R0,DELAY1
RET //子程序返回
END
```

用C51语言编写程序实现跑马灯实验，程序如下：

```
#include <reg51.h>
void main (void) //主函数
{ unsigned int n;
unsigned char code ledp[8]={0xfe,0xfd,0xfb,0xf7,0xef,0xdf,0xbf,0x7f};//定义数组
unsigned char ledi;
while(1) //无限循环
{ P1=ledp[ledi];//数值送P1口
for(n=0;n<40000;n++); //延时
ledi++; //加1
if(ledi==8)
ledi=0;}
}
```



跑马灯实验的原理图

软件设计

单片机的主程序流程图见图6,定时中断处理流程见图7、图8。

程序采用模块化、结构化设计。并采用了软件抗干扰技术，其软件的可靠性好，可维护性强。主要程序模块有：

1.主程序：初始化设置和循环扫描显示上电、设置状态和采样数据转换、显示。

2. 定时中断处理程序：定时中断处理完成菜单程序设置、采样数据处理、定时时间处理、到点工作程序控制输出。

本文推出的AD7715在中央空调变频器系统中的节能应用电路是我们单位技术改造的重要项目，实践证明它稳定可靠、抗干扰性强，节能效果显著，能够达到50%以上的能源费用节省，体积小，成本低廉，为变频器运行提供了标准的电压、电流信号，并辅以工频水泵电机，保证了系统末端的温度效果。本产品适于产品化及批量化生产，具有良好的应用前景。现在把产品的模块程序和HEX数据代码提供给大家（见本期配刊光盘），供大家参考交流。

通过这个实现同一功能的两个程序可以发现，采用汇编语言编写单片机应用系统程序必须对单片机的内部资源和存储器的结构了如指掌，而且必须记住单片机指令系统的固定格式，按实际地址处理端口数据。而采用C51语言编写单片机应用程序对单片机的指令系统不要求了解，不必考虑单片机的硬件特性与接口结构，采用自然语言，以近似人的思维过程方式使用，改善了程序的可读性，而且可以使程序结构化，易于移植，提高开发程序的效率。另外，由于51系列单片机资源非常有限，在使用C51时尽量使用无符号数和字节变量，尽量使用局部变量，编译器可自动将某些局部变量声明为寄存器变量。

用C语言编写的程序在Keil μVision3仿真软件中经汇编后产生的汇编代码如下：

```
C:0x0800 E508 MOV A,0x08
C:0x0802 90084F MOV DPTR,#0x084F
C:0x0805 93 MOVC A,@A+DPTR
C:0x0806 F590 MOV P1(0x90),A
C:0x0808 900000 MOV DPTR,#0x0000
C:0x080B AF82 MOV R7,DPL(0x82)
C:0x080D AE83 MOV R6,DPH(0x83)
C:0x080F E4 CLR A
C:0x0810 FC MOV R4,A
C:0x0811 FD MOV R5,A
C:0x0812 7B40 MOV R3,#0x40
C:0x0814 7A9C MOV R2,#0x9C
C:0x0816 F9 MOV R1,A
C:0x0817 F8 MOV R0,A
C:0x0818 D3 SETB C
C:0x0819 12082D LCALL (C:082D)
C:0x081C 4003 JC C:0821
C:0x081E A3 INC DPTR
C:0x081F 80EA SJMP C:080B
C:0x0821 0508 INC 0x08
C:0x0823 E508 MOV A,0x08
C:0x0825 B408D8 CJNE A,#0x08,main(C:0800)
C:0x0828 E4 CLR A
C:0x0829 F508 MOV 0x08,A
C:0x082B 80D3 SJMP main(C:0800)
C:0x082D EB MOV A,R3
C:0x082E 9F SUBB A,R7
C:0x082F F5F0 MOV B(0xF0),A
C:0x0831 EA MOV A,R2
C:0x0832 9E SUBB A,R6
C:0x0833 42F0 ORL B(0xF0),A
C:0x0835 E9 MOV A,R1
C:0x0836 9D SUBB A,R5
C:0x0837 42F0 ORL B(0xF0),A
C:0x0839 EC MOV A,R4
C:0x083A 6480 XRL A,#P0(0x80)
C:0x083C C8 XCH A,R0
C:0x083D 6480 XRL A,#P0(0x80)
C:0x083F 98 SUBB A,R0
C:0x0840 45F0 ORL A,B(0xF0)
C:0x0842 22 RET
C:0x0843 787F MOV R0,#0x7F
C:0x0845 E4 CLR A
C:0x0846 F6 MOV @R0,A
C:0x0847 D8FD DJNZ R0,C:0846
C:0x0849 758108 MOV SP(0x81),#0x08
C:0x084C 020800 LJMP main(C:0800)
C:0x084F FE MOV R6,A
C:0x0850 FD MOV R5,A
C:0x0851 FB MOV R3,A
C:0x0852 F7 MOV @R1,A
C:0x0853 EF MOV A,R7
C:0x0854 DFBF DJNZ R7,C:0815
C:0x0856 7F00 MOV R7,#0x00
```

通过把C51程序经过Keil μVision3软件编译后生成的汇编程序与直接用汇编语言编写的程序比较，C51语言经编译后有54条指令，而直接用汇编语言编写只需要17条指令。可以看出：直接用汇编语言编写的单片机的代码效率高。此外，我们还可以观察编译连接后产生的列表.MAP或.M51文件，在该文件中详细列出了分配给变量和代码的地址和生成代码的大小等信息，我们可以了解代码是否优化，变量分配是否合理，堆栈是否溢出等。

无论是汇编语言还是C51语言编写的程序都不是单片机直接运行的程序，只有机器码程序单片机才能直接运行，对于汇编语言程序需要通过汇编程序汇编成机器码程序，对于C51程序需要通过编译器程序编译成机器码程序。

可以在一个应用程序中，按模块用不同的编程语言编写源程序，最后通过编译器／连接器生成一个可执行的完整程序，这种编程方式称为混合编程，在编写单片机应用程序时可采用C51和汇编语言混合编程，一般是用汇编语言编写与硬件有关的程序，用C51编写主程序以及数据处理程序。

DSP开发入门

文/袁 莉 蒋在芳

编者按： 本文结合笔者的实际学习和实践过程，采用通俗易懂的介绍方法，阐述了DSP（数字信号处理器）关键的入门知识点及入门方法，非常适合刚刚接触DSP而又感觉无从下手的朋友参考。

DSP的概念最早出现在20世纪60年代，最初指的只是一种数字信号处理技术(Digital Signal Processing)，直到20世纪80年代，有些公司陆续设计出适合于数字信号处理技术的处理器，于是DSP也开始成为一种高性能处理器的名称，即数字信号处理器DSP（Digital Signal Processor）。本文提到的DSP指的就是数字信号处理器，它是在模拟信号变换成数字信号以后进行高速实时处理的专用处理器。

DSP发展历程大致分为三个阶段：70年代理论阶段，80年代产品化阶段，90年代飞速发展阶段。在数字信号处理技术发展的初期（20世纪50～60年代），人们只能在微处理器上完成数字信号的处理。直到70年代，有人才提出了DSP的理论和算法基础。随着大规模集成电路技术的发展，1982年美国德州仪器TI(Texas Instruments)公司开发出了第一颗商用DSP芯片TMS32010，标志着实时数字信号处理领域的重大突破，DSP也从概念走向了产品。之后的20几年中，第二代、第三代、第四代、第五代以及目前的第六代DSP芯片都相继推出，芯片的体积越来越小，集成的功能越来越多，存储容量和运算速度也都得到成倍的提高。

经过20多年的发展，DSP芯片得到了突飞猛进的发展，DSP芯片的应用越来越广泛，尤其近几年来，随着DSP芯片产品价格的不断下滑，DSP芯片的应用已经从军事、航空航天领域迅速拓展到民用领域，主要应用有：信号处理、通信、语音、图形/图像、军事、仪器仪表、自动控制、医疗、家用电器等。目前，对DSP爆炸性需求的时代已经来临，前景十分可观。

DSP与单片机的区别

使用DSP和单片机的目的是一样的，就是使硬件电路软件化。与单片机相比，DSP器件具有较高的集成度，具有更快的CPU，更大容量的存储器。不太严谨的可以说DSP是单片机加上很多外设的集合，与单片机很相似，但功能更强，而且由于把很多外围设备集成在一起，用起来很方便。随着信息化的进程和计算机科学与技术、信号处理理论的迅速发展，需要处理的数据量越来越大，对实时性和精度的要求越来越高，低档单片机已不再能满足要求。近年来，各种集成化的单片DSP的性能得到很大改善，软件和开发工具也越来越多，越来越好，价格却大幅度下滑，从而使得DSP及技术更容易使用，价格也能够为广大用户接受，因此越来越多的单片机用户开始选用DSP来提高产品性能，DSP器件大有取代高档单片机的趋势。

DSP的开发环境

一、选择DSP的型号

设计DSP应用系统时，DSP芯片选型是非常重要的一个环节。在DSP系统硬件设计中只有选定了DSP芯片，才能进一步设计其外围电路及系统的其他电路。因此说，DSP芯片的选择应根据应用系统的实际需要而确定，做到既能满足使用要求，又不浪费资源，从而也达到成本最小化的目的。

目前主要DSP芯片厂商有TI公司、AD公司和Motorola公司等。其中TI公司的DSP产品应用最为广泛，TI公司在市场上主要有三大系列产品：(1) 面向数字控制、运动控制的TMS320C2000系列，主要包括TMS320C24x/F24x、TMS320LC240x/LF240x、TMS320C24xA/LF240xA、TMS320C28xx等。(2) 面向低功耗、手持设备、无线终端应用的TMS320C5000系列，主要包括TMS320C54x、TMS320C54xx、TMS320C55x等。(3) 面向高性能、多功能、复杂应用领域的TMS320C6000系列，主要包括TMS320C62xx、TMS320C64xx、TMS320C67xx等。

以我做的项目为例，我的项目需求是高频电源的输出电压的精确控制，并能实现电源的并联运行，结合需求我选择了TI公司的TMS320F2812，它是一款专门面向数字控制系统进行优化的通用可编程微处理器，不仅具有低功耗和代码保密的特点，而且它集成了极强的数字信号处理能力，又集成了数字控制系统所必需的串行通信接口模块(SCI)、串行外设接口（SPI）模块、事件管理器模块(EVA/B)、

eCAN总线模块、多通道缓冲串行口、模数转换模块（ADC）等外设，其时钟频率高达150MHz，采用改进的哈佛结构和流水线技术，在一个指令周期内可以执行几条指令。另外，目前它的价格是每片120元，性价比完全符合我的要求。

二、硬件配置

1.开发板

选择好了DSP的型号，但仅仅一片DSP芯片是工作不起来的，我们需要通过设计一些外围器件和它一起搭建一个最小系统(包括外扩内存空间、电源复位系统、各控制信号管脚的连接、JTAG口的连接等)。现在很多公司都在做现成的DSP开发板，对于初学者来说，直接选购有相应功能的开发板无疑是最好的选择，选择开发板的主要原则是板子的扩展功能是否满足你的需要。当然如果有能力自己做个开发板，那是比较省钱的。

以我做项目开发的开发板为例，作一简单介绍。开发初级阶段我选择的是北京瑞泰生产的ICETEK-2812-B开发板，如图1所示。它具备一些基本的外扩功能，较简单，每块价格300元，可以满足简单的开发。如果需要的功能更多，比如串口通信、CAN总线等，可以选择外扩功能更完善的开发板。我在后期开发时选择的是长沙明伟电子生产的DSP2812开发板，如图2所示。它具备串口、CAN总线接口、以太网接口、USB接口、LCD接口等，外扩功能十分完善，使用非常方便，价格是每块1000元左右。选择开发板可以直接查阅做开发板的公司网站，板子的功能、价格都在网站上有详细说明，选择起来很方便。

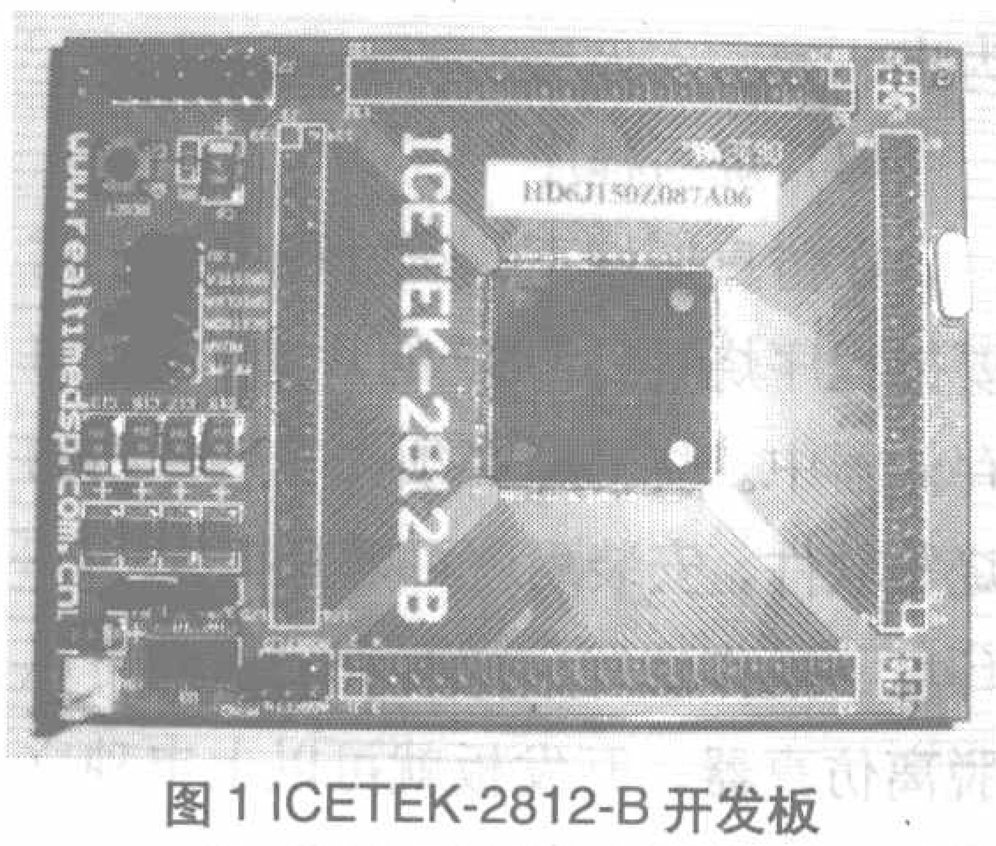


图1 ICETEK-2812-B 开发板

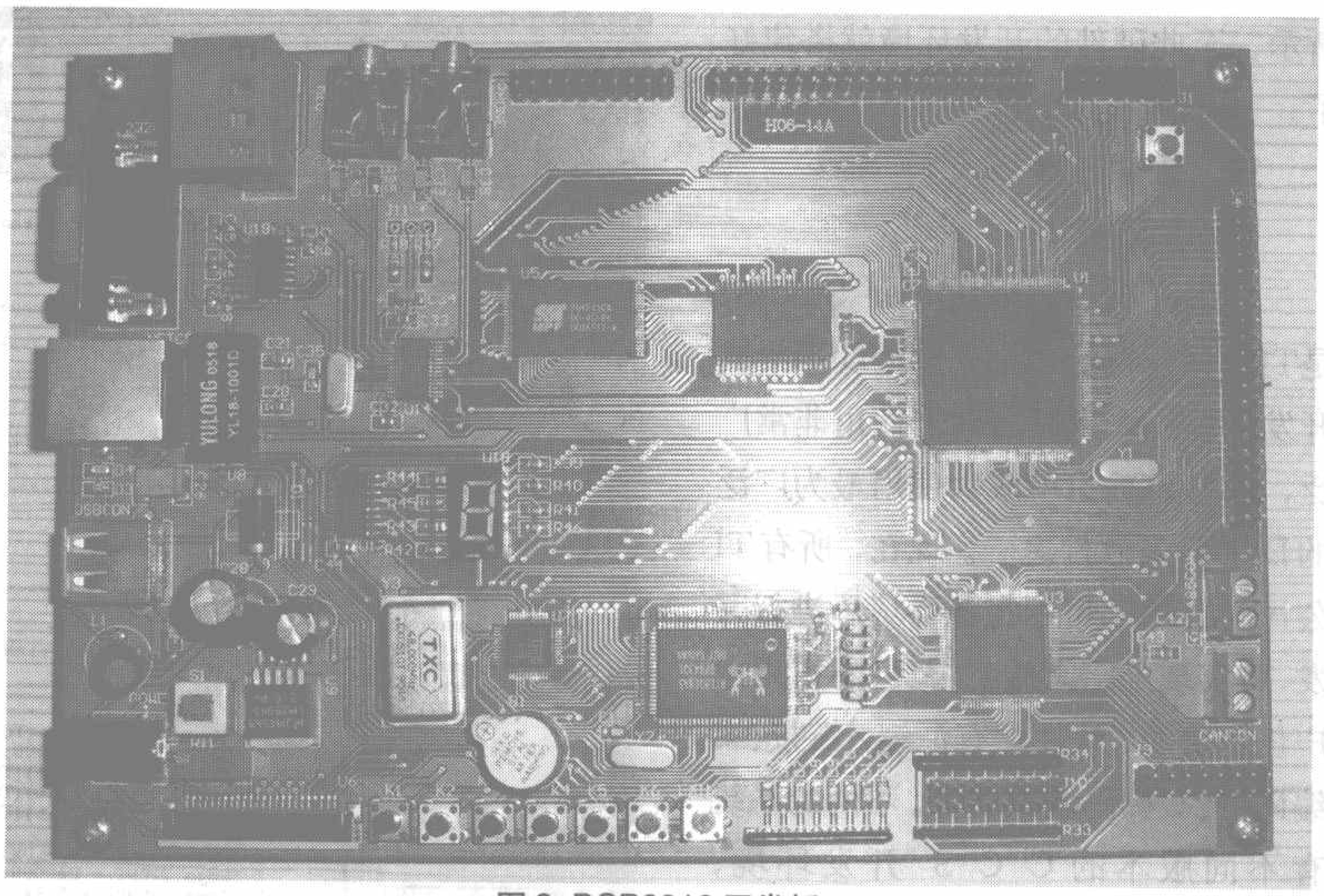


图2 DSP2812 开发板

2.DSP 仿真器

选好了开发板，接下来就是选择仿真器，开发板上都有JTAG接口，直接和仿真器相连。这一点同单片机的不同，一般单片机的仿真器中没有DSP，而DSP的仿真器提供IEEE标准的JTAG口对DSP进行仿真调试，所以仿真器必须有仿真对象及目标系统。目标系统就是你的产品，上面必须有DSP。仿真器提供JTAG同目标系统的DSP相接，通过DSP实现对整个目标系统的调试。DSP仿真器主要有并口和USB口两种。我用的是闻亭的仿真器，一种是并口仿真器EPP_XDS510，如图3所示，价格500元左右；一种是USB口仿真器，如图4所示，价格700元左右。一般来说，买个并口的EPP就够了，价格便宜又稳定。另外，最好选购同一家公司的仿真器和开发板，这样会省去很多不必要的麻烦，而且价格也会优惠一些。

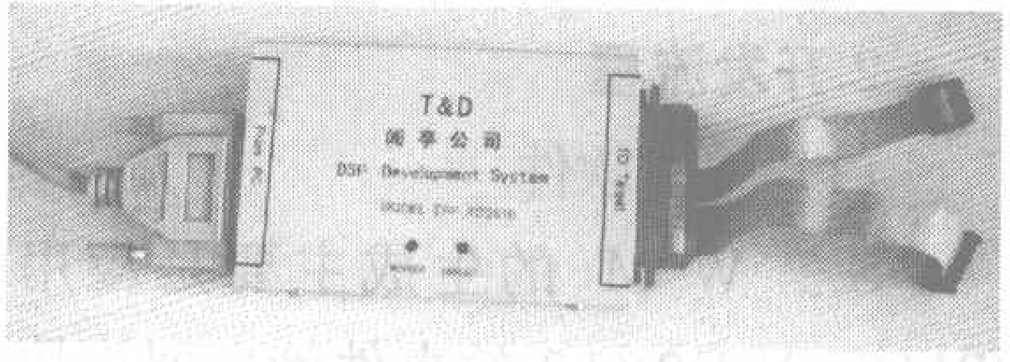


图3 并口仿真器

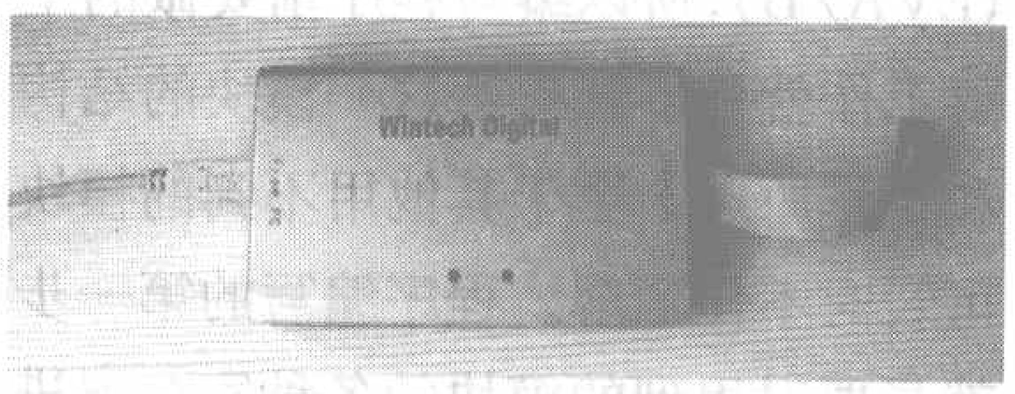


图4 USB口仿真器

选择好仿真器，还需要一台计算机，计算机要有并口或者USB口，一般的计算机都能满足要求。仿真口端连接开发板，并口（USB口）端连接计算机的并口（USB口），如图5、6

图5 连接图1

图6 连接图2

所示，至此硬件的开发环境就搭建好了。

三、软件开发

1.开发环境

CCS（Code Composer Studio）是TI公司开发的一个完整的DSP集成开发环境。由于TI的DSP使用非常广泛，使得CCS也就成为使用最为广泛的DSP开发软件之一。现在，所有TI公司的DSP都可以在该环境里进行开发，可实现全空间透明仿真，不占用用户任何资源，软件配有汇编/链接、C编译器、C源码调试器等。不同的系统有不同版本的CCS开发环境，TMS320F2812的集成开发环境是CCS2000。在购买开发板时都会免费赠送CCS开发软件，另外也可以在TI的网站上免费下载该软件，开发环境的安装使用一般在DSP开发板的使用说明书中有详尽的叙述，在此不做赘述。开发软件的界面如图7所示。

2.编程语言

CCS开发环境支持两种语言：汇编语言和C语言。TI的每个DSP系列都有对应的一套汇编指令，如果采用汇编语言编程，需要熟悉这些指令，难度和效率可想而知。现在TI的工程师在不断改进CCS的C程序优化编译器，目前C优化的效率可达到手工汇编的90%甚至更高。当然有的时候如果计算能力和内存资源是瓶颈，ASM还是有优势，比如G.729编解码。但是针对一般的应用开发，C语言是最好的选择，只要有一定的C语言的基础，就完全可以进行DSP的开发编程。

应用实例及开发流程

1.实例介绍

400Hz的逆变电源的控制部分实现的主要功能有：(1) AD转换；(2) SPWM生成；(3) 与显示单片机的串口通信；(4) 与其他并联电源的CAN总线通信；(5) 捕捉同步信号。要实现以上这些功能，显然普通的单片机是无法完成的，因此我们选择了专门用作控制的数字信号处理器TMS320F2812。在此仅对TMS320F2812生成SPWM波的开发过程作详细介绍。

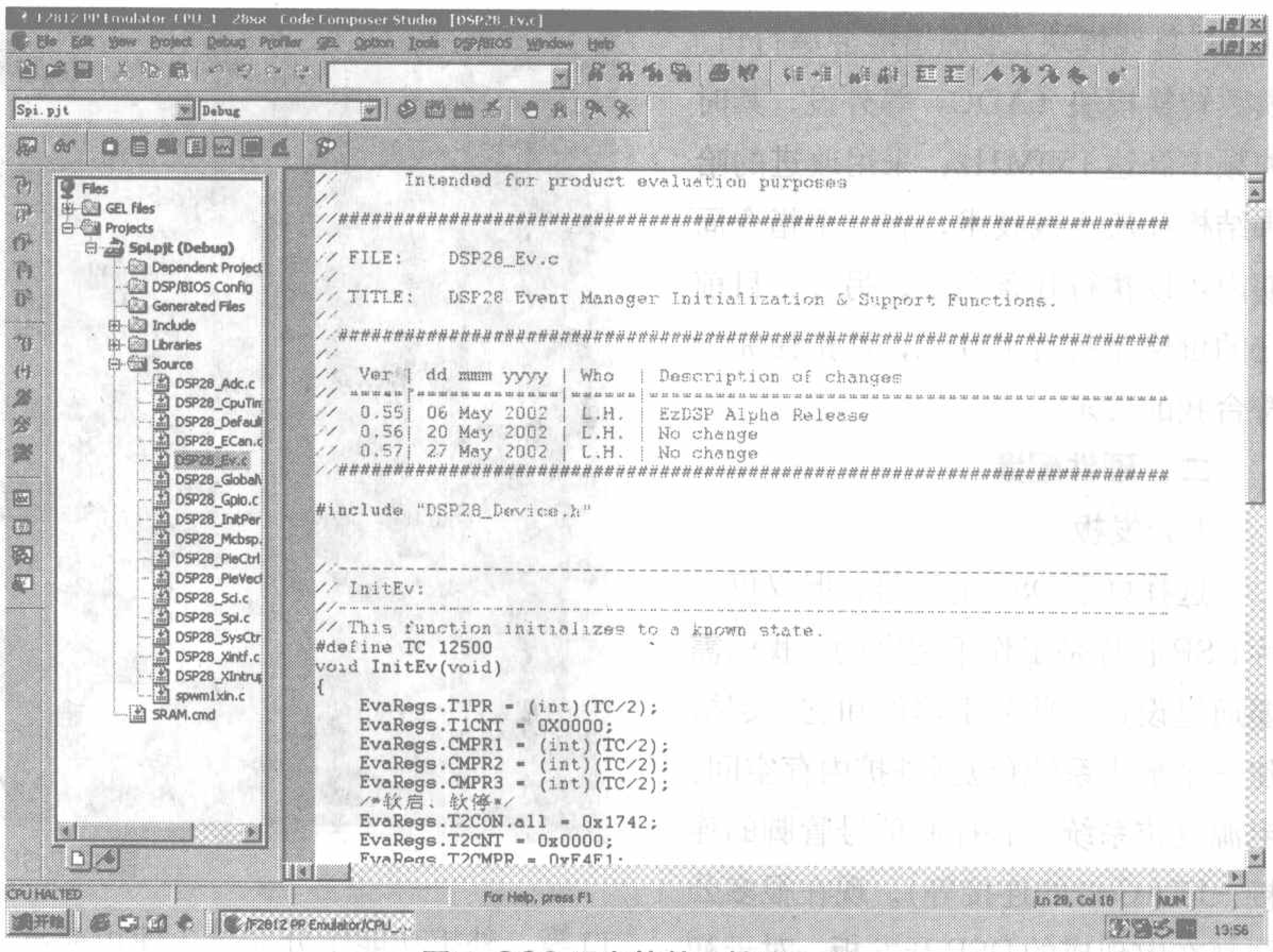


图7 CCS开发软件环境界面图

PWM(Pulse Width Modulation)控制就是对脉冲的宽度进行调制的技术，即通过对一系列脉冲的宽度进行调制，来等效地获得所需要波形。SPWM波形(Sinusoidal PWM)就是脉冲的宽度按正弦规律变化而和正弦波等效的PWM波形，在逆变电路中的应用最为广泛。在此例中SPWM的功能是给三相逆变电路的6个IGBT(绝缘栅双极晶体管)提供触发脉冲，从而使直流电逆变为400Hz的正弦交流电。

2.开发流程

(1) 编写软件

SPWM的生成主要是应用TMS320F2812的事件管理器模块(EVA/B)，所以编写程序前要做的主要工作就是了解熟悉这一模块的结构和工作原理，至于其他用不到的模块可暂时不作了解。程序编写的第一步就是要对用到的模块的各种寄存器进行设置，第二步就是算法的设计编写。本文末尾是笔者编写的已经通过编译的一段生成SPWM（正弦脉宽调制波）的主程序。

(2) 调试程序

编写完程序后，就要在仿真环境下进行调试，先编译再运行，通过示波器可以直接观察DSP引脚上输出的SPWM波形，直到与要求的波形相符为止。

(3) 烧写程序

在仿真环境下调试好程序后，需要把程序烧写到DSP的片上FLASH存储器中。烧写时必须先安装专门的烧写软件，安装后就可以直接在CCS环境下操作烧写。烧写完成后就可以脱离仿真器，开发板就可以上电独立运行，并和其他的外围电路相连而实现它的功能。

学习方法和参考资源

一、学习方法

初学DSP常常会感觉到技术文档太多，无从下手。根据我的自学经历，这时最应该弄明白的就是DSP芯片的内部硬件工作原理，如果有微机原理和单片机基础的话，这应该是很容易

掌握的，如果没有这方面的基础，建议先去找一本微机原理的书看，看明白后再来看DSP的原理。另外，DSP的外设模块有很多，这时没有必要都去了解，只是了解你所用到的模块就可以了。

了解了DSP的工作原理之后，就要去看关于软件开发环境的书，包括软件的安装和使用。然后就找几个完整的工程（购买开发板时都会赠送各模块的完整工程）来看，在似懂非懂的大体了解了一个完整工程的创建及结构后，就可以开始分析和你所用到的模块相关的程序。现在有大量现成的例程和算法可以参考，切忌自己闷头摸索，一定要去找相关的程序来参考，这会起到事半功倍的效果。

二、参考资源

1.一定要买几本好的参考资料，比如《TMS320F2812原理与开发》、《电动机的DSP控制——TI公司DSP应用》等。TI公司提供的DSP芯片资料都是英文的，读起来可能会有一些困难，但实在查找不到资料时，一定要去这个里面搜索相关资料。

图8

2.到有关DSP的网站查询资料，比较好的网站有www.ti.com、www.61ic.com、老古开发网等。

3.到论坛DSP版块发问，比较好的论坛有：合众达论坛、研学论坛、北京瑞泰论坛(www.realtimedsp.com.cn,有问必答)等。

4.可以参加几个DSP开发的QQ群，大家可以相互交流学习。

5.遇到问题时直接找开发板公司的技术支持。

结束语

本人现在公司主要做DSP控制方面的研发工作，并且已经做出一些成果，对于DSP我是一点点自学起来的，以上内容都是在平时的学习研发过程中的一点积累，这只是关键的几个入门知识点，给刚刚接触DSP的朋友一些指点。以我个人的学习经历作参考，感觉只要入了门，学习速度会突飞猛进。

主程序

```
void main(void)
{
//step1:初始化系统控制寄存器、PLL、看门狗、时钟等
InitSysCtrl();
EALLOW; // 设置时钟75MHz
SysCtrlRegs.HISPCP.all=0x0000;
EDIS;
EALLOW;// 使能PWM引脚
GpioMuxRegs.GPAMUX.all=0x00FF;//EVA PWM1-6引脚，T1PWM,T2PWM
EDIS;
DINT;
IER=0x0000;
IFR=0x0000;// 禁止和清除所有CPU中断
InitPieCtrl();//初始化Pie控制寄存器位默认状态
InitPieVectTable();//初始化PIE中断向量表vector table;
//step2:设置EVA模块
EvaRegs.T1PR=(int)(TC/2);//6194个计数周期,即0X1832.(TC为一全局函数)
EvaRegs.T1CNT=0X0000;
EvaRegs.CMPR1=(int)(TC/2);
EvaRegs.CMPR2=(int)(TC/2);
EvaRegs.CMPR3=(int)(TC/2);
EvaRegs.ACTRA.all=0x0666;//1,3,5高有效。2,4、6低有效
EvaRegs.DBTCONA.all=0X0FF8;// 死区时间1.6微秒
EvaRegs.COMCONA.all=0XAA00;//使能比较,下溢重载
EvaRegs.T1CON.all=0X0842;// 连续增减计数模式
//step3:设置中断
EvaRegs.EVAIFRA.all=0XFFFF;
EvaRegs.EVAIFRB.all=0XFFFF;
EvaRegs.EVAIFRC.all=0XFFFF;// 清EVA所有中断标志位
EvaRegs.EVAIMRA.all=0X0200;//使能T1定时器下溢中断
EvaRegs.EVAIMRB.all=0X0000;
EvaRegs.EVAIMRC.all=0X0000;
EALLOW; // 更新中断向量
PieVectTable.T1UFINT=&T1UFINT_IS;
EDIS;
PieCtrl.PIEIER2.all=M_INT6;// 开2.6级中断，即T1定时器下溢中断
IER|=M_INT2;// 开总中断
EINT;
ERTM;
for(;;);
}
```

虚拟仪器DIY

用LabVIEW和PIC单片机打造虚拟数字存储示波器

文/高　涛

示波器是科学研究和电子开发中广泛使用的一种通用仪器，但其不菲的价格是普通人难以接受的。本文将向读者介绍一种基于LabVIEW和PIC单片机的虚拟数字存储示波器。

20世纪80年代，美国国家仪器公司(National Instruments，简称NI)提出“软件即是仪器”的虚拟仪器(Virtual Instrument，简称VI)概念，引发了传统仪器领域的一场重大变革，使得计算机和网络技术得以进入仪器领域，并和仪器技术紧密结合。虚拟仪器通过软件将计算机硬件与仪器硬件有机地融合为一体，从而把计算机强大的计算处理能力和仪器的测量、控制能力结合在一起，大大缩小了仪器硬件的成本和体积，并通过软件实现数据的显示、存储和分析处理。LabVIEW是目前使用最为广泛的虚拟仪器软件，它采用图形化编程语言，编程就像设计电路图一样，不用编写程序代码，取而代之的是程序框图的形式，可以在很短的时间内掌握并应用到实践中去。关于虚拟仪器和LabVIEW更加详细的内容，读者可以登陆NI公司网站www.ni.com查看，并可下载LabVIEW评估版软件。

本文介绍的虚拟数字存储示波器是虚拟仪器技术的一种具体应用。该虚拟示波器基于计算机平台，将LabVIEW软件与单片机紧密结合，简单快捷地实现传统数字存储示波器的基本功能。它由数据采集、数据分析和输出显示三个主要功能部分组成。

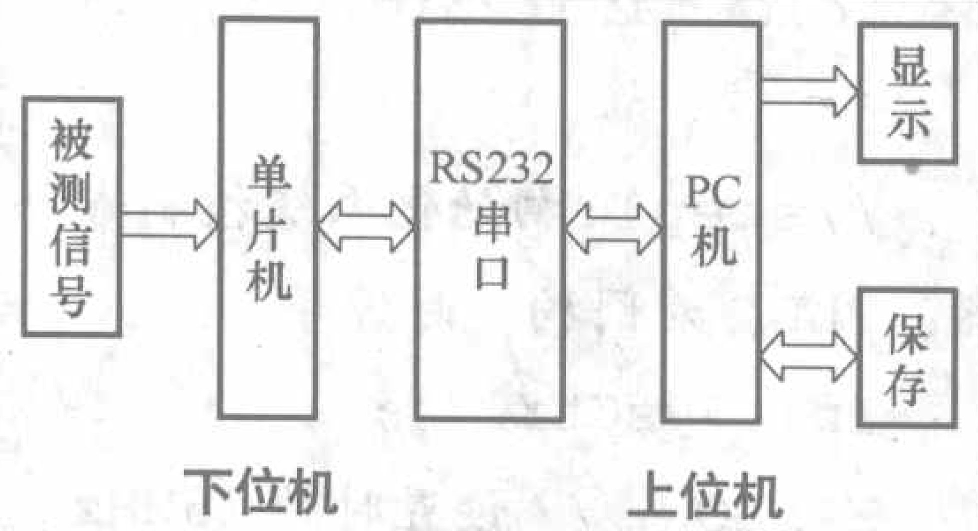


图1 虚拟示波器系统框图

其中，数据分析和输出显示由LabVIEW软件来完成，只有数据采集是在LabVIEW软件的控制下由单片机硬件来完成。虚拟示波器工作原理如下：LabVIEW通过计算机串口向单片机发送指令，单片机收到上位机的指令后，按照指令的要求确定A/D采样的方式、采样间隔和采样次数，然后开始对信号进行A/D采样，并将采样值通过串口发送给上位机，LabVIEW再将接收到的数据还原为波形并进行显示，见图1。

一、下位机的组成

下位机以Microchip公司的PIC16F73单片机为核心，利用PIC16F73的片上ADC模块来进行A/D采样，并利用USART通信模块以异

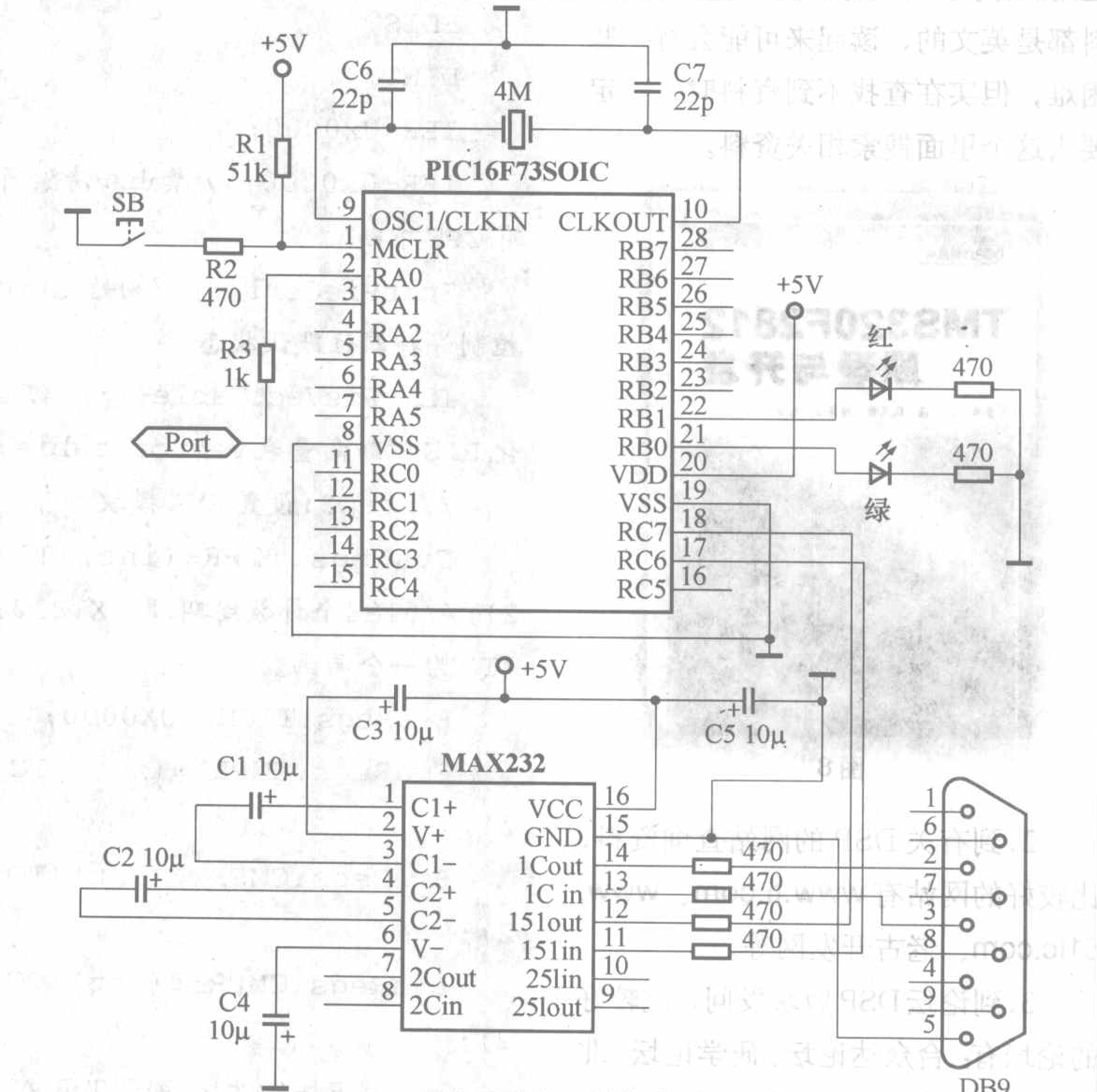


图2 下位机硬件电路

步方式与上位机进行串行通信。

1.硬件设计

PIC16F73单片机的片上ADC模块为8位分辨率，有5个模拟信号输入通道，A/D转换采用“逐次逼近法”，一次A/D转换所需的时间最短为十几微秒。如图2所示，利用PIC16F73的RA0口即模拟输入通道0进行A/D采样。

USART（通用同步异步收发器）是PIC 单片机上一个常用的串行通信接口，利用全双工的异步通信模式可以非常方便地实现单片机和计算机的串行通信。电路中MAX232芯片的作用是完成TTL电平到RS232电平的转换。

设计中还使用了两个LED来进行单片机工作状态的指示，绿色LED为单片机运行状态指示，红色LED为A/D采样状态指示。

在面包板上搭的电路如图3所示。

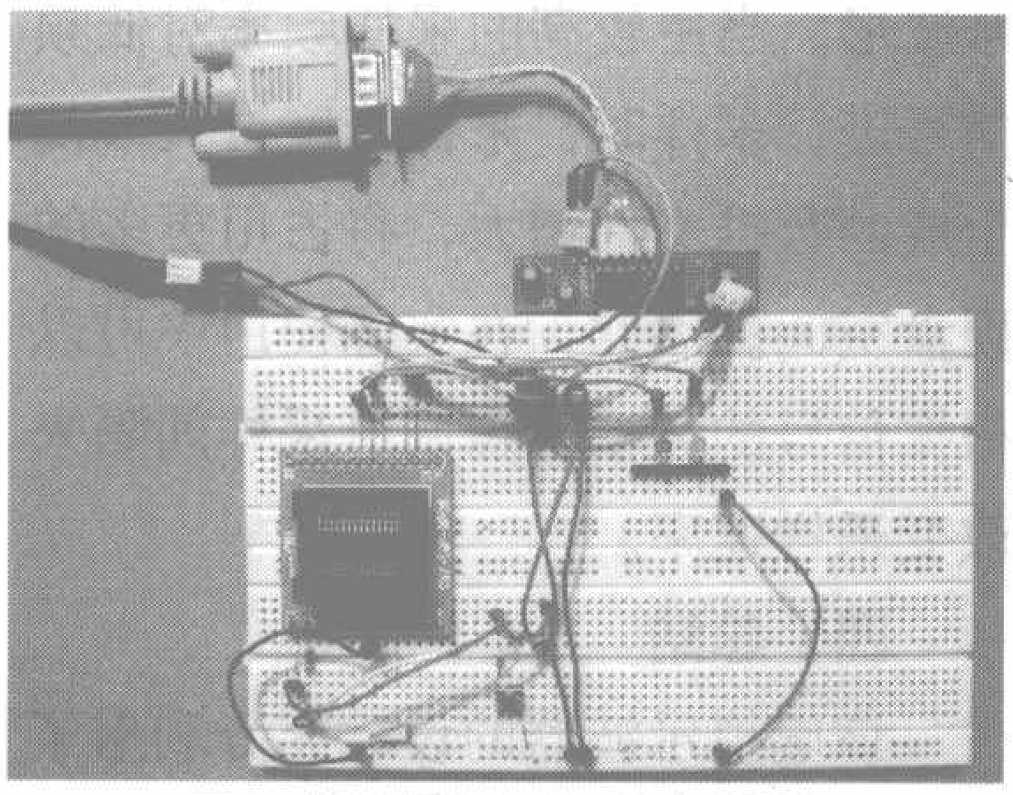


图3 虚拟示波器下位机照片

2.软件设计

下位机软件采用C语言编写，主要由串行通信、A/D转换、中断和延时等几部分组成，软件流程图如图4所示。

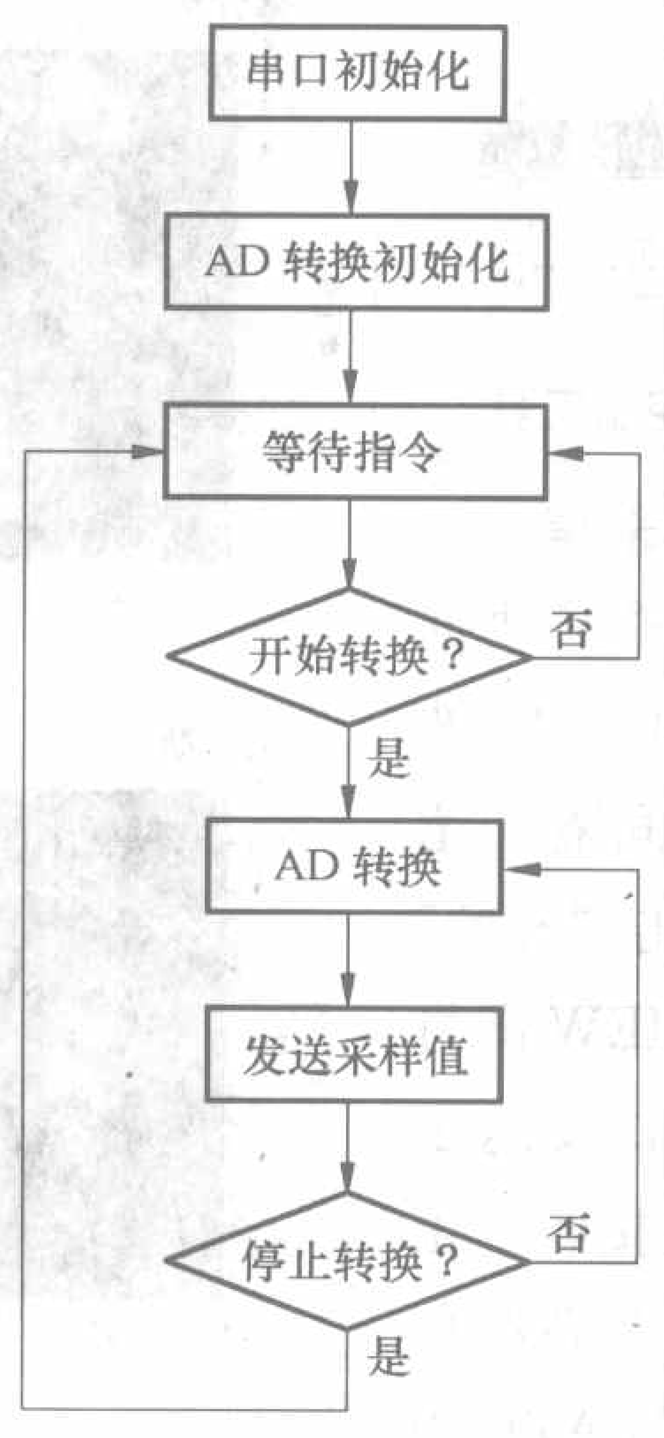


图4 下位机软件流程图

二、上位机的组成

上位机软件主要由串行通信、数据转换、数据存储和读取、波形显示和分析等模块组成，将这些模块在LabVIEW的程序框图中按其逻辑关系组合起来，就形成了完整的虚拟示波器上位机程序。

1.示波器面板

示波器面板见图5，它用来模拟真实示波器的操作面板，是用户与虚拟示波器交互的接口。设计时，主要考虑界面美观、操作简洁，用户可以通过鼠标来控制面板中的开关和旋钮以模拟传统示波器的操作，前面板上还设有各个功能模块按钮，当按下相应按钮时，即可调用该子程序。

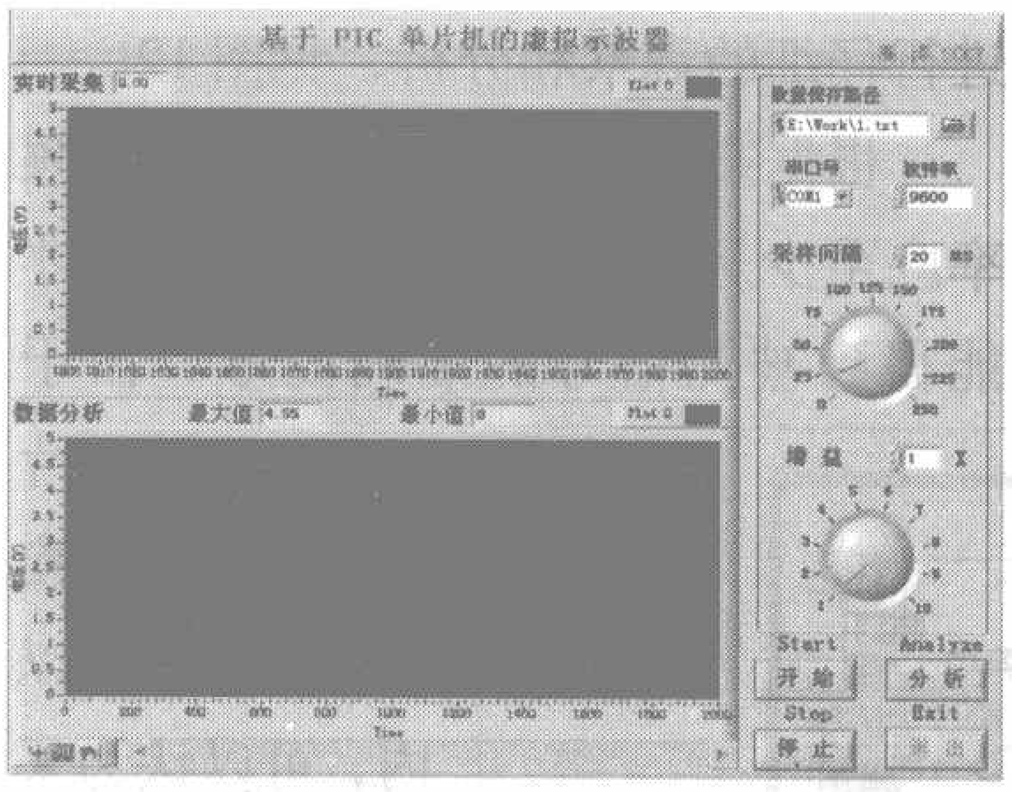


图5 虚拟示波器面板

附表

VI名称	VI功能
VISA Configure Serial Port	初始化VISA resource name指定的串口通信参数
VISA Write	将输出缓冲区中的数据发送到VISA resource name指定的串口
VISA Read	将VISA resource name指定的串口接收缓冲区中的数据读取指定字节数的数据到计算机内存中
VISA Serial Break	向VISA resource name指定的串口发送一个暂停信号
VISA Bytes at Serial Port	查询VISA resource name指定的串口接收缓冲区中的数据字节数
VISA Close	结束与VISA resource name指定的串口资源之间的会话
VISA Set I/O Buffer Size	设置VISA resource name指定的串口的输入输出缓冲区大小
VISA Flush I/O Buffer	清空VISA resource name指定的串口的输入输出缓冲区

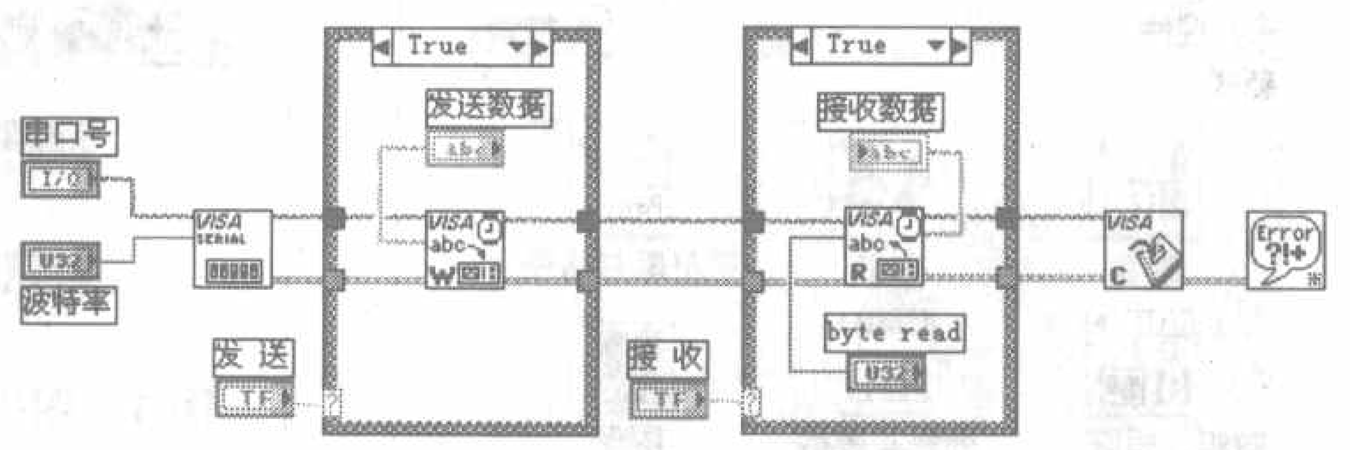


图6 典型串口操作程序框图

2.通信程序

LabVIEW与单片机的串口通信程序使用LabVIEW中的串行VI来完成，串行VI包括附表所示节点。

在LabVIEW环境中使用串口和在其他开发环境中的开发过程类似，首先需要调用VISA Configure Serial Port完成串口参数的设置，包括串口资源分配、波特率、数据位、停止位、校验位等；初始化完成后，就可以使用这个串口进行数据收发，发送数据使用VISA Write，接收数据使用VISA Read；在串口使用结束后，要用VISA Close来关闭串口。基本的串口操作程序框图如图6所示。

3.设计步骤

首先运行National Instruments LabVIEW 8.2，如图7所示，在启动界面里选择“新建VI”；然后在“前面板”上单击鼠标右键，在弹出的“控

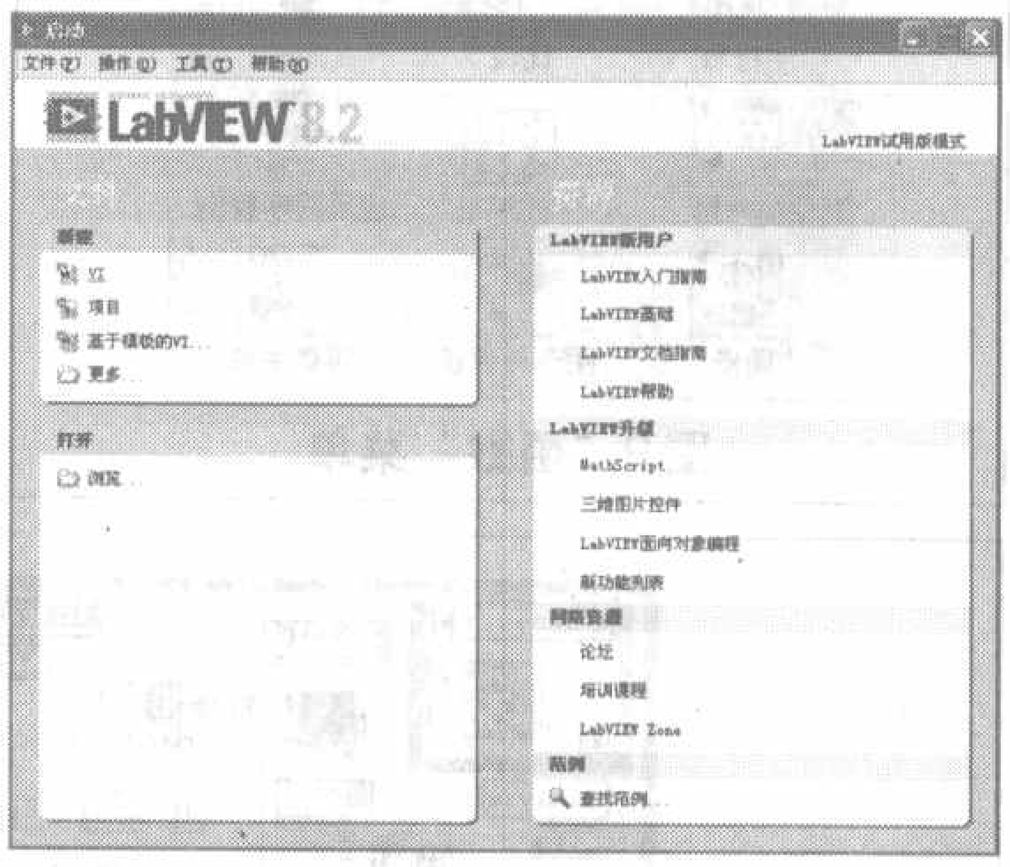


图7 LabVIEW 8.2启动界面

件”菜单中见图8找到虚拟示波器面板所需的控件并分别拖放到前面板里；接下来在“程序框图面板”上单击鼠标右键，在弹出的“函数”菜单中见图9找到“while循环”、“条件结构”、“事件结构”和“VISA”，分别

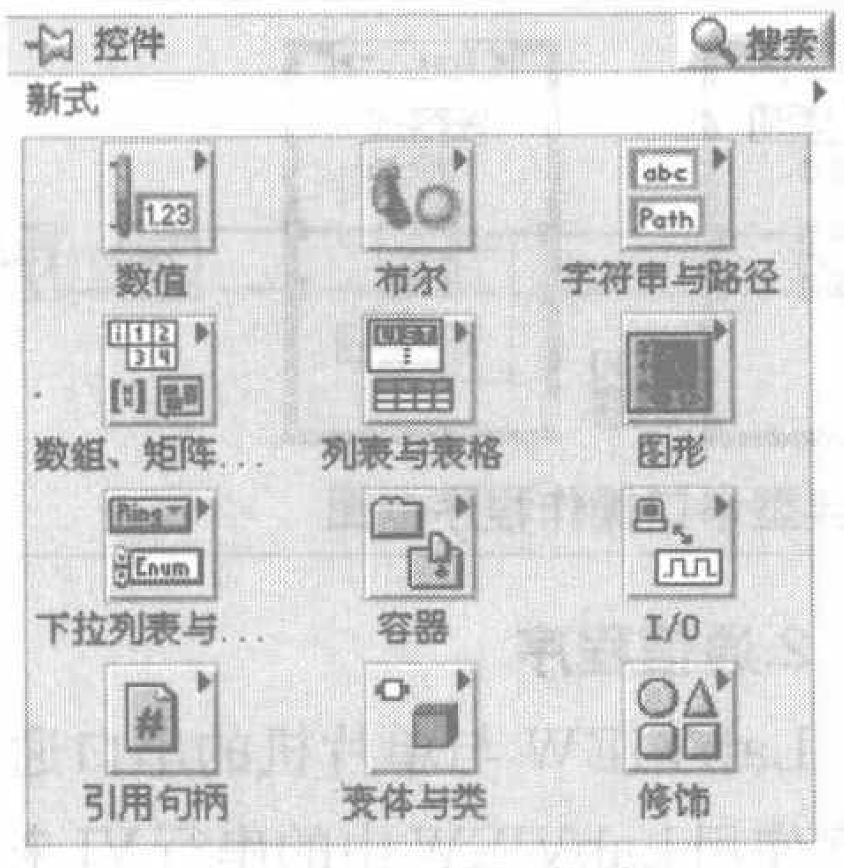


图8 “控件”菜单

拖放到程序框图面板里；最后按照图10所示，将各个节点按其逻辑关系连接起来，虚拟示波器的上位机程序就完成了。

三、使用方法

虚拟示波器的使用方法非常简单，只需将0～+5V范围内的被测信号连接到下位机的模拟输入通道0，单片机上电后绿色LED点亮，接下来就可以在上位机用LabVIEW进行数据采集和波形分析等操作了。

图9 “函数”菜单

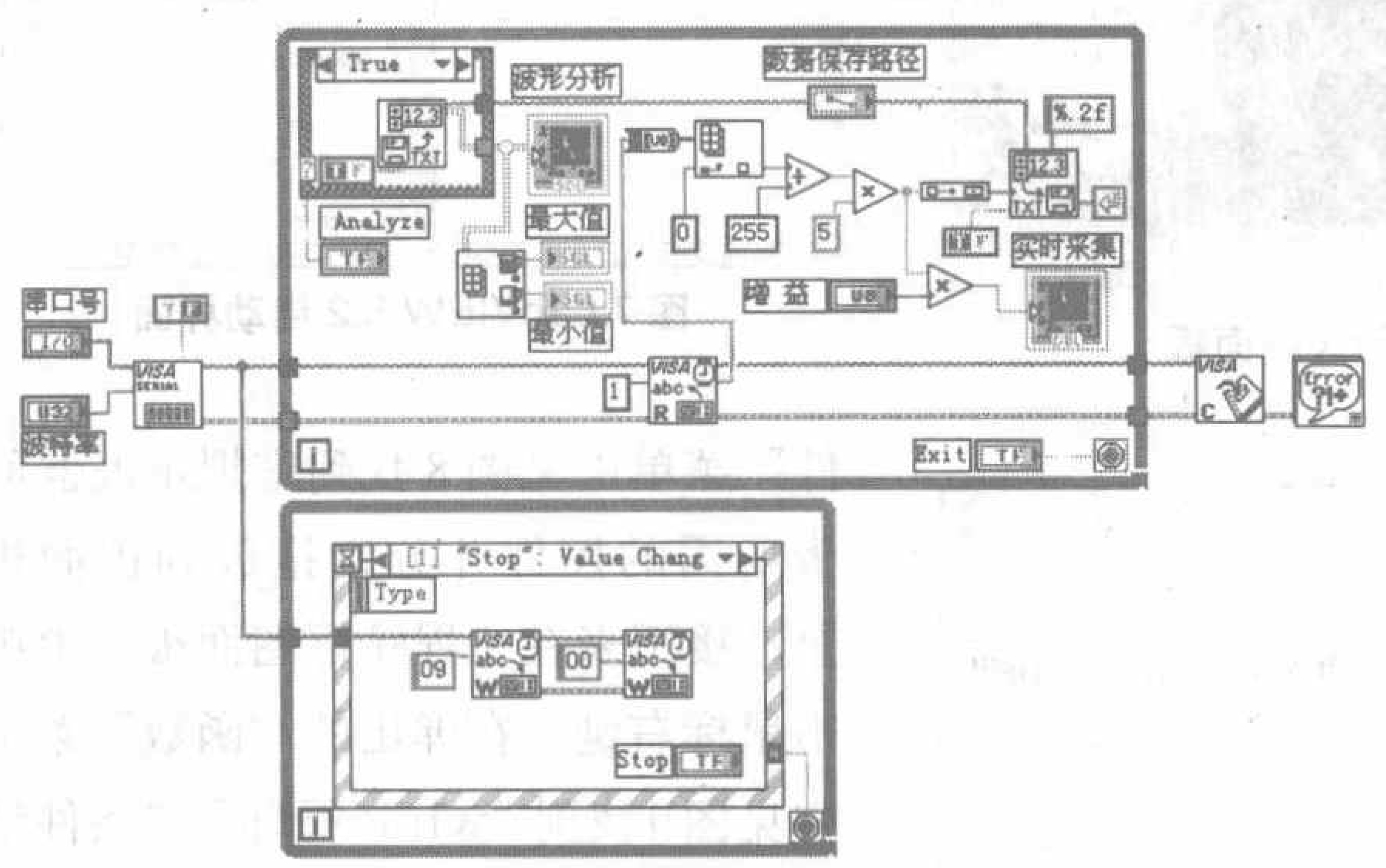


图10 虚拟示波器程序框图

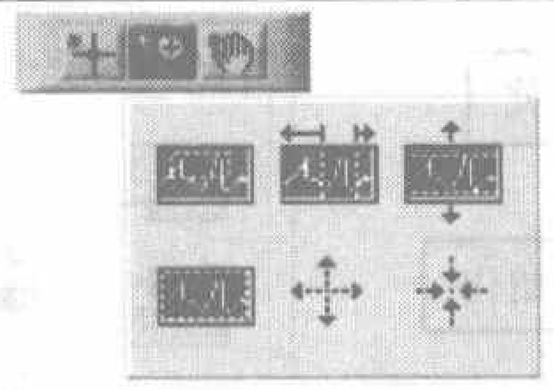


图11 图形控制工具

1．数据采集

首先设置好数据保存路径、串口号、波特率、采样间隔和增益；然后点击“开始”按钮，LabVIEW即将指令通过串口发送出去，下位机在接收到正确的指令后点亮红色LED开始进行A/D采样，并将采样值通过串口发送给上位机，LabVIEW会将接收到的数据在“实时数据”窗口进行显示，并将采样数据保存在文本文件中。

2．波形分析

点击“停止”按钮，停止A/D采样后点击“分析”按钮，LabVIEW会从保存的文件中读取采样数据并在“波形分析”窗口还原为波形，并将其中的最大值和最小值显示出来。在进行波形分析时，可使用图11所示的“图形控制工具”在窗口中放大、缩小和移动所显示的波形，对波形细节特征进行仔细的观察和分析，见图12。

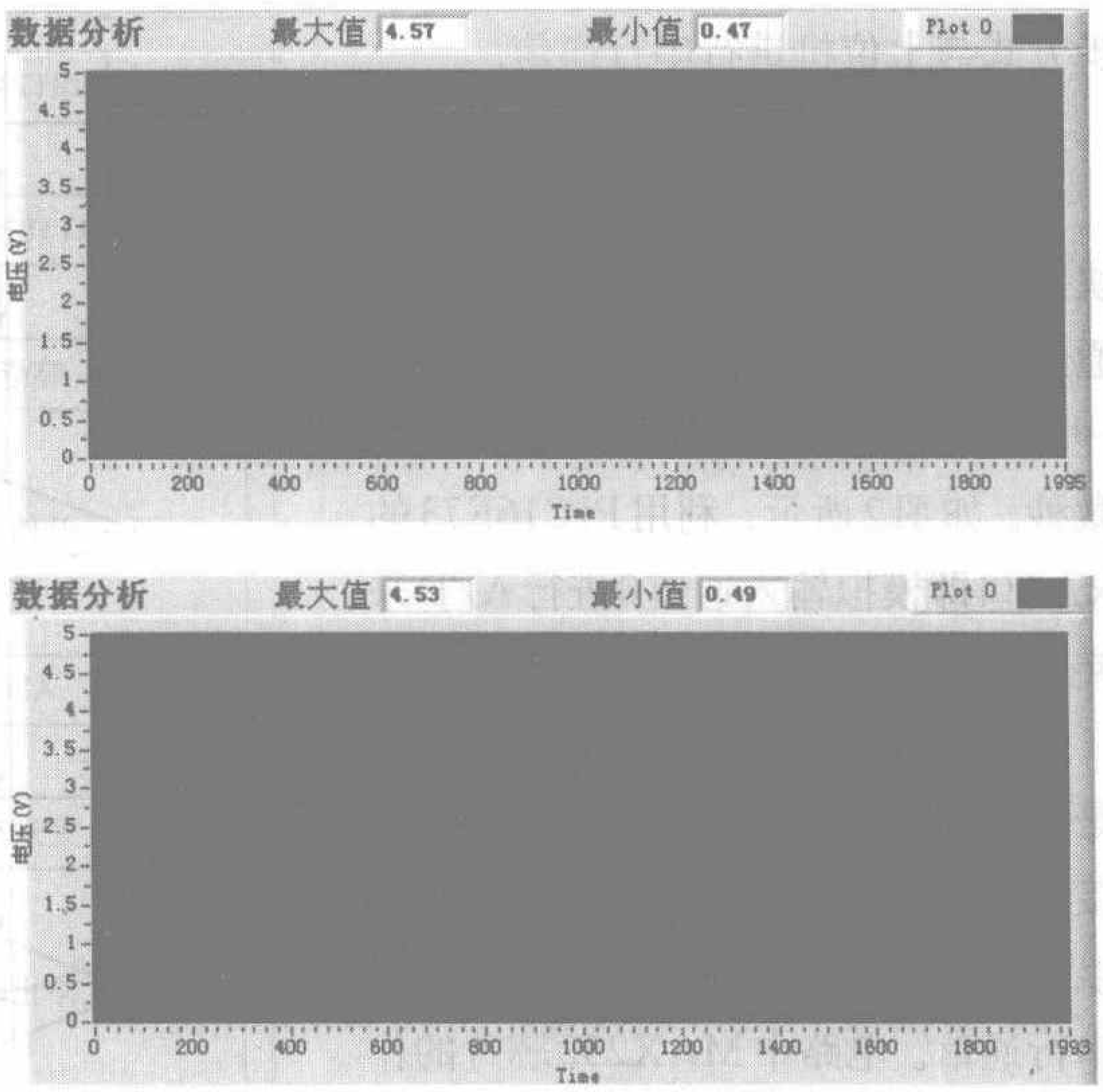


图12 方波和三角波显示效果

根据奈奎斯特采样定理，采样频率应至少是被测信号频率的两倍，才能得到被测信号的准确波形。由于PIC16F73单片机的A/D转换时间在20μs以内，可以认为采样信号的最高频率是50kHz，所以该虚拟示波器可以对25kHz以下的信号进行准确采样。

在计算机屏幕上显示的波形是由存储的采样值经过处理后重建的波形。重建波形最简单有效的方法就是在各个采样点之间用直线连接，这种方法称为线性内插法。使用线性内插法时，只要采样密度比较大，就能恢复出比较平滑的信号波形。当用较高的采样频率对低频信号进行采样时，采样密度过大会使生成的数据文件增大，将占用更多的硬盘空间。因此，在实际使用中可以根据信号的频率适当调节采样间隔来改变采样速率。

四、总结

该虚拟示波器的设计充分利用了LabVIEW和PIC单片机各自的优点：上位机无需编程，使用LabVIEW的VI实现所需功能；下位机结构简单，所需器件少，通过串口与上位机通信，摆脱了LabVIEW对计算机板卡的依赖，成本低廉。此外，该虚拟示波器还具有传统示波器所没有的数据保存功能，具有很强的实用性。在本期配刊光盘中有该虚拟示波器的下位机程序和上位机LabVIEW源程序，读者可以根据需要在笔者设计的基础上增加多通道采集、滤波、频谱分析、波形打印等功能，打造一台适合自己的数字存储示波器。

用单片机制作功率调节器

文 / 卫小鲁

过零调功器是在交流电压通过零点时刻开启双向晶闸管，利用开通和关断的正弦波个数的变化改变加到电阻负载上的平均功率，特别适合于电烙铁等热惯性较大的电热器具的功率控制，比起通常的改变晶闸管导通角的方法，其最大优点就是不会产生讨厌的射频和谐波干扰。

本文介绍的过零调功器采用的是低档的AVR单片机Atinny2313，虽然该单片机引脚和51单片机2051相同，但是功能却有很大提高。例如它具有2KB的FLASH ROM，可以不必使用专门的编程器下载程序（只需要制作一根简单的下载线）；它不但具有片内RAM，而且带有可编程的EEPROM便于断电时保存数据；内置的RC振荡器可以在简单应用时省掉外部石英晶体和电容；它还有模拟比较中断等内部资源；加上它采用了RISC结构，没有累加器瓶颈，大部分指令都是单字节的，执行速度很快，这些优点使得它应用日益广泛。

这个调功器，用2313发出控制双向晶闸管的激励脉冲，通过按键改变设定值来调整脉冲通断比，也就调整了设定的功率。例如，在4个周波的时间内，如果在8个零点都有激励脉冲，则双向晶闸管一直导通，负载得到满功率；如果只给出4个激励脉冲，则双向晶闸管仅仅导通2个周波，负载只能得到一半功率，本电路从全关到全开分10级，还可通过外部接点改变高低设定，例如烙铁工作时给它80%功率，搁在架子上给它60%功率。此外，可以用按键保存常用的高低设定以便在通电后立即执行。主要的功能都是通过软件实现，硬件相对简单，体积不大，直接使用“万用板”焊装，适合于业余制作。

电路原理

一、硬件

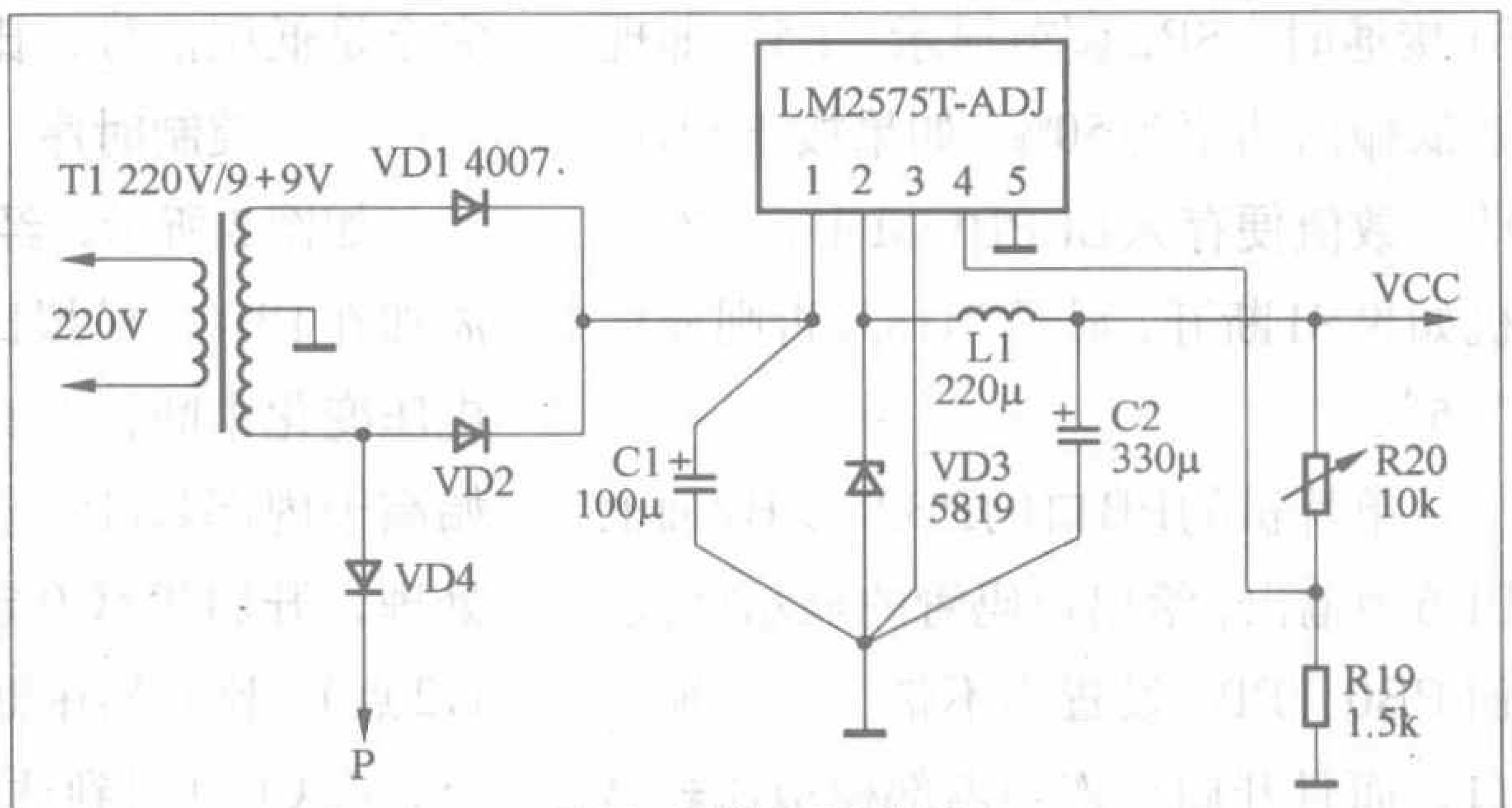


图1 开关电源电路

硬件分为电源、单片机、双向晶闸管电路三部分。电源部分如图1所示，220V交流电通过5W小变压器变为双9V，全波整流滤波后加入开关稳压电路稳压。虽然用线性稳压7805最简单，这里稍微复杂点，用了效率高的开关电源，它仅仅比7805多用了个肖特基二极管VD3和电感1A220 μH，效率可达到75%以上，比7805高得多，使用的LM2575只要加个小散热片，工作起来也只是微温，要是7805，早就烫手了。这里用的可调型电路，也可以用固定5V的，更为简单。注意：从变压器次级用VD4取出不加滤波的半波脉冲P作为控制信号，加到单片机，产生和电源同步的中断。

单片机和双向晶闸管电路部分见图2，共阳极显示LED数码管是2位联体的，2个字段电极已经内部并联好，通过晶体管8550轮流选通5ms实现左右显示，左管显“H”或“L”表示右管当前是显示高设定还是低设定。

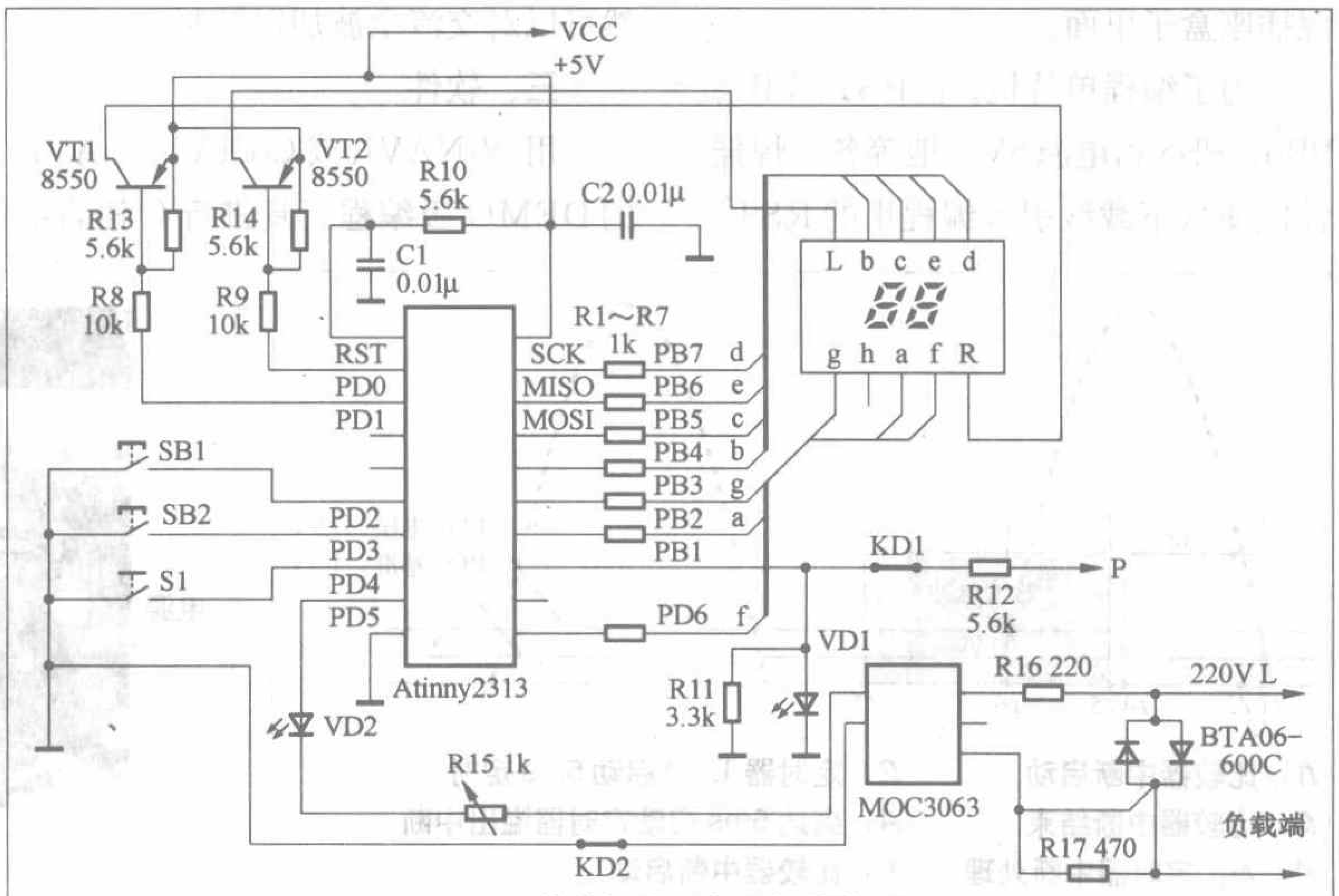


图2 单片机和双向晶闸管电路

8550由单片机的PD0和PD1控制。PD2～PD4均设置为带内部上拉电阻的输入。外接的按钮SB1、SB2分别用于储存设定值和改变设定值，S1是外接开关，用于高低设定的切换。例如，S1断开时，用SB2调节数码管显示“H8”，即当前的高输出功率为80%，S1接通时，SB2调节显示“L5”，即现在低输出功率为50%。如果按下SB1，此二数值便存入EEPROM中，下次开机如果S1断开，显示“H8”，否则显示“L5”。

单片机的PB口的PB2～PB7加上PD6为输出，给出数码管的显示字段。而PB0、PB1设置为不带上拉的输入口，而且开启相连的内部模拟比较器和1.1V基准源，从电源来的半波脉冲P经过R12和绿色VD1限幅到1.9V加到PB1，每10ms左右就产生一次和电源同步的比较中断，如图2所示。

单片机的PD5设置为输出，其输出的跨交流零点脉冲经红发光管VD2和1k可调电阻R15加到光耦触发器MOC3063输入端，由它产生的过零触发脉冲驱动6A600V的双向晶闸管BTA06-600C最终实现通断比的控制。R15的作用是保证光耦的输入电流为5mA。光耦和双向晶闸管装在电源插座盒子里面。

为了编程单片机，在RST、PB7、PB6、PB5和电源5V、地等各处焊插针以便从下载线引入编程用的RST、SCK、MISO、MOSI信号。编程时通过断点KD1隔离半波脉冲。单片机插座、数码管、按键等元件焊在一片小万用板上，很容易安装。晶闸管和光耦装在另外一片小电路板上（这里用的废节能灯电路板）二者通过导线和小插头插座连接。这样单片机板上面完全是低压信号，比较安全。

二、控制时序

如图3所示，经VD1限幅的梯形波加在PB1，模拟比较器设置为输入电压变化中断，在*t*1点，输入电压开始高于内部基准电压1.1V，启动中断处理，开启T/C0定时器来延时5ms（*t*2点）。比较器中断结束（*t*3）。在*t*4点，T/C0计时到达5ms，启动定时器溢出中断：停止定时器，关断上次PD5端输出的控制脉冲，然后按照当前的设定值和输出脉冲计数值判断是否输出控制脉冲以决定PD5输出电位高低。再判断是否完成一个控制周期，刷新变量“高输出计数”和“低输出计数”。然后结束T/C0中断（*t*5时刻）。在*t*6点，输入电压开始低于基准电压，再次启动比较器中断，重复上述过程。当“高”“低”输出计数达到设定值后，计数回0，开始下一个触发脉冲控制循环。可见虽然只是用半波触发中断，仍然可以对交流全波加以控制。

三、软件

用WINAVR或CodeVisionAVR的DEMO版编程工具进行C语言编程，后者对初学者比较方便，前者是免费软件。主程序流程如图4所示，包括上电初始化，EEPROM检查，数码管显示，按键处理，设定值存储；其中EEPROM检查是在初始化以后检查EEPROM中是否为存储的高低设定值，如果是，就把它作为开机后的设定值加以显示，如果不是，则置高设定为100%，低设定为0，即S1如果断开，显示“HF”，S1闭合，显示“L0”。中断流程见图5。按键处理和显示延时相结合，不另外加入延时消抖过程。再就是在程序存储区放置2个数据表，分别是和设定值对应的显示字段表和通断计数设定值表，显示和触发输出都是通过查表进行。全部优化后的HEX代码不到1KB。

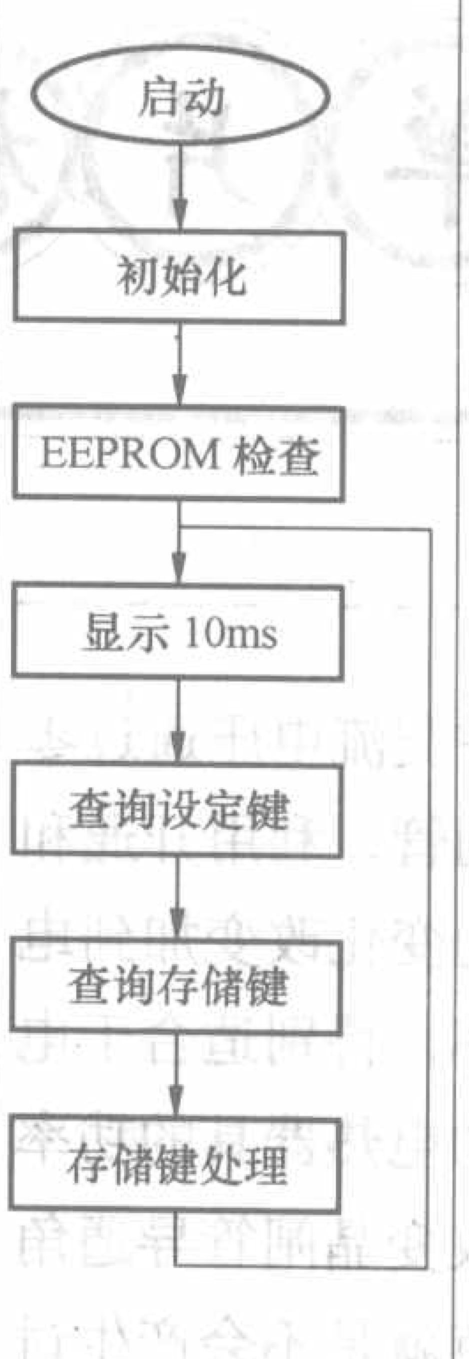


图4 主程序

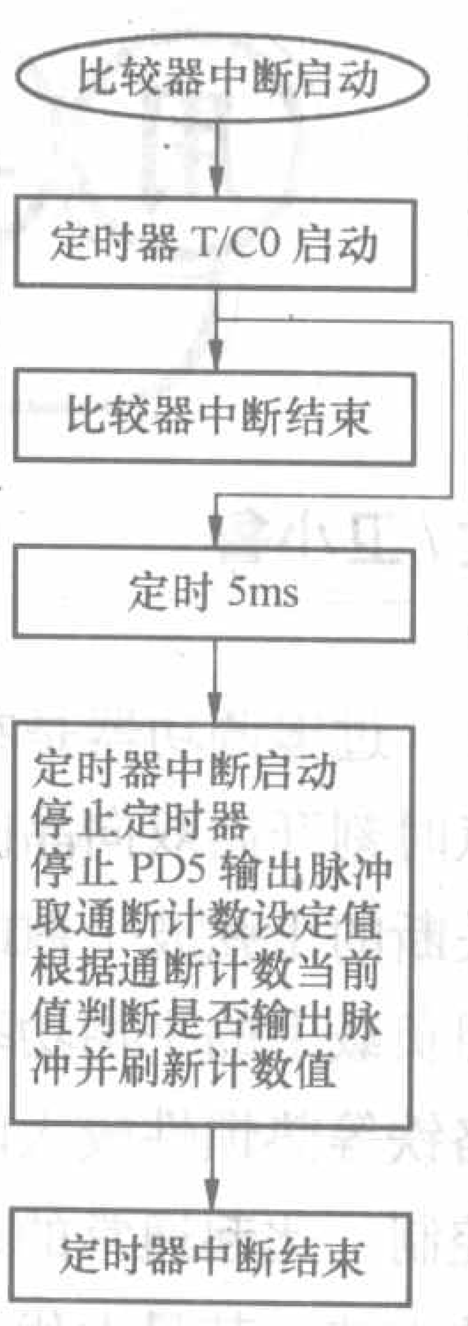
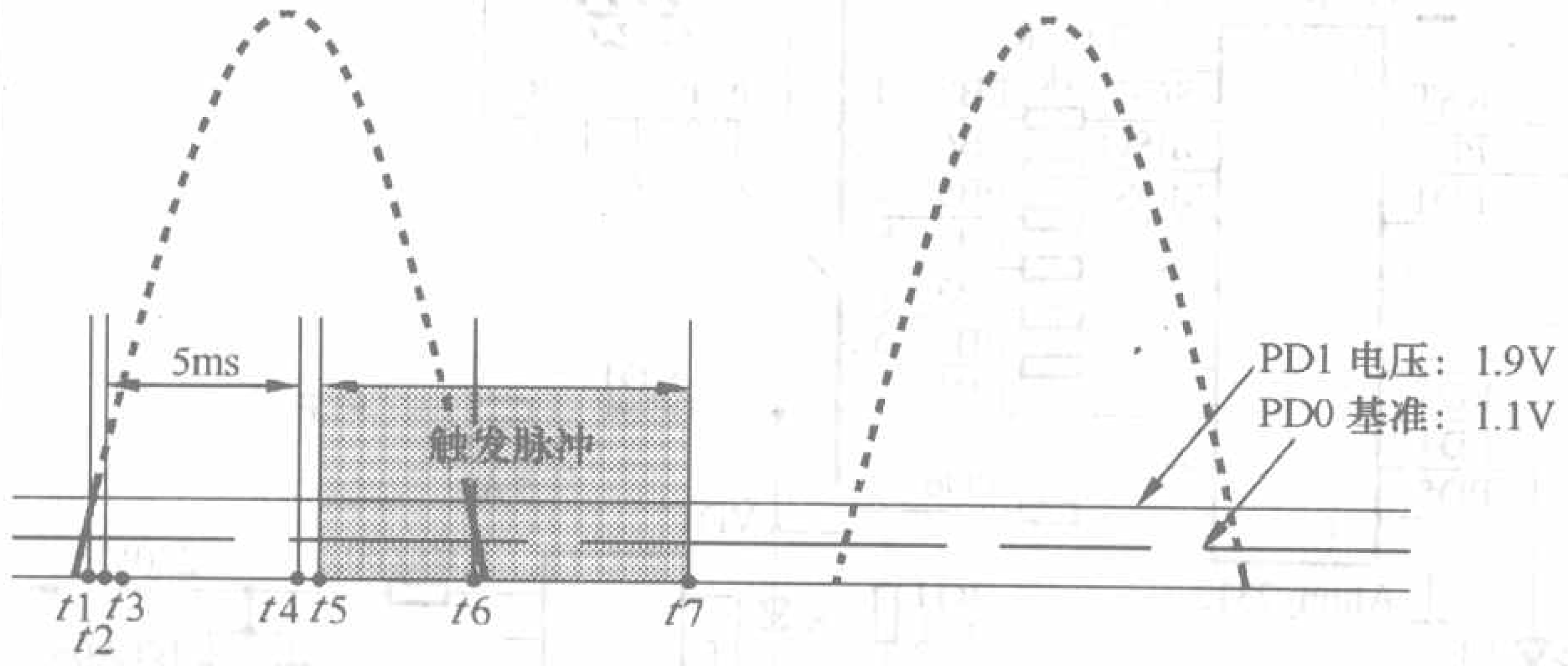


图5 中断处理



*t*1：比较器中断启动　*t*2：定时器T/C0启动5ms定时
*t*3：比较器中断结束　*t*4：到达5ms启动定时器溢出中断
*t*4～*t*5：定时器中断处理　*t*6：比较器中断启动

图3

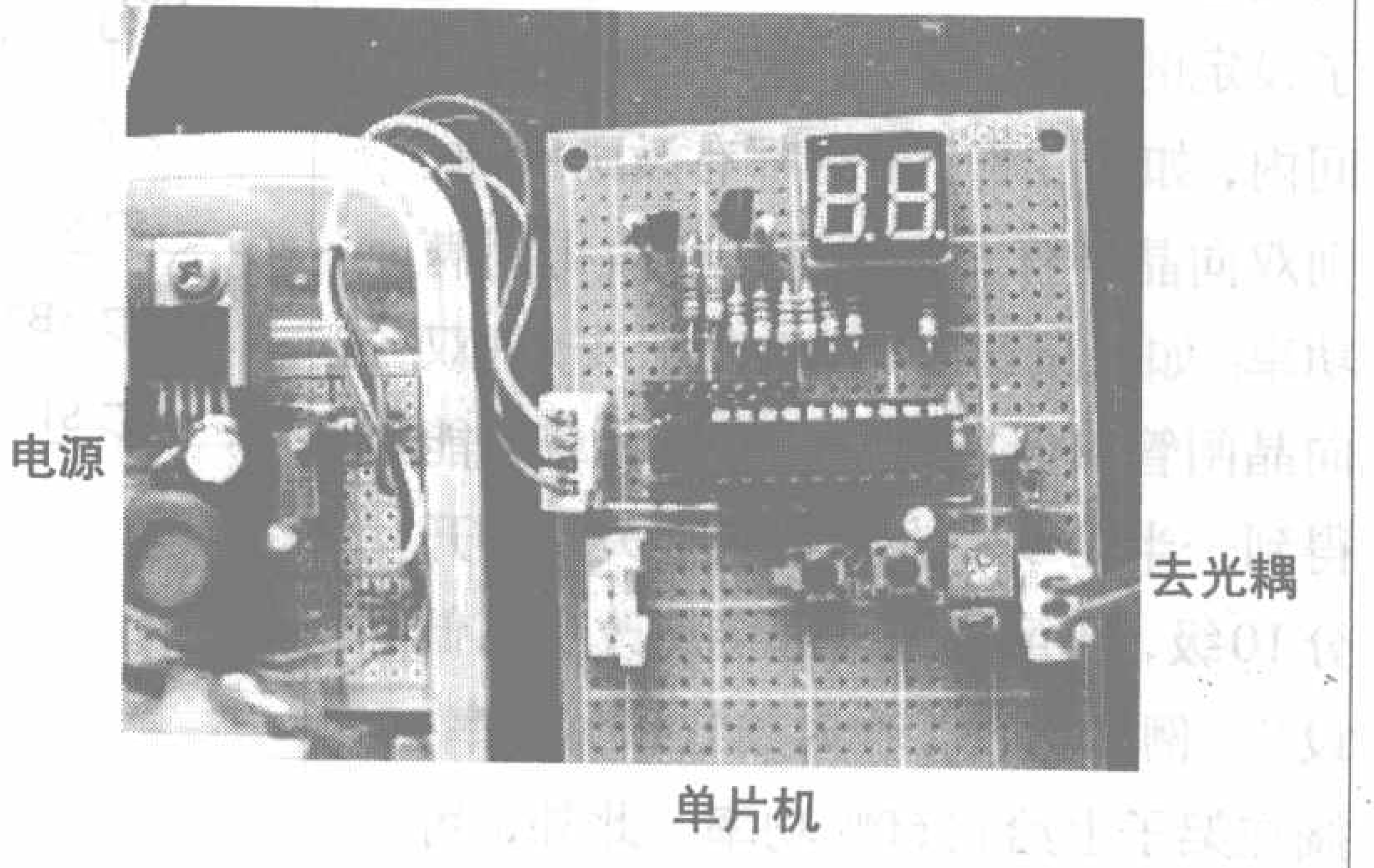


图6 外观

单片机同线电话交换机

文 / 吴汉清

在单位办公室或者家庭同一根电话线接多部电话的现象比较多，用户用任何一部电话机均可向外拨号，外线打入时同时振铃，每一部电话都可以接听，使保密成了问题，当接听者不是外线要找的人，需通知另一部电话接听或叫外线重打一次。这种情况给用户的使用带来麻烦。于是市场上出现了同线电话保密转呼器，两部电话之间可进行转呼。与外线通话时，两部电话间可以相互保密。这种同线电话保密转呼器也有一个缺陷，一般只能使用到两部电话机。本文介绍一种用单片机制作的同线电话机交换机，它可以接3部电话机，改变程序和电路可以扩展到4部电话机。可以通过拨号的方式转接电话，也可以拨号打内部通话。

硬件电路设计和工作原理

传统的同线电话保密转呼器见图1，甲、乙两个分机的电路完全一样。平时晶闸管VS截止。当外线呼入时，

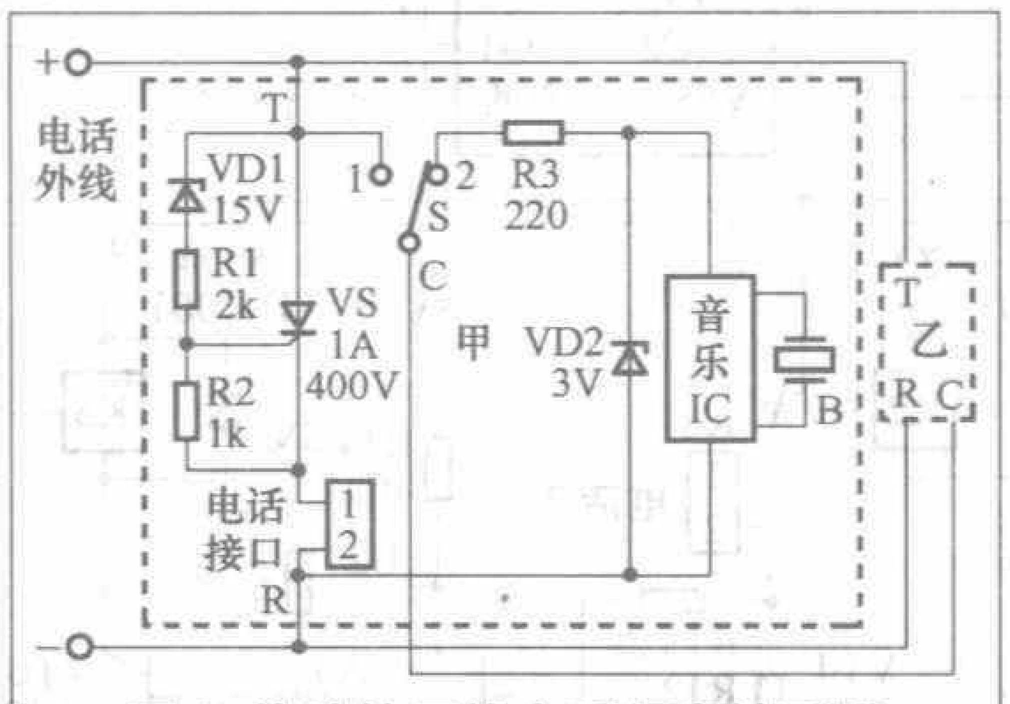


图1 传统的同线电话保密转呼器

振铃信号的正半周击穿VD1使VS导通，负半周经VD1、R1、R2形成通路，电话机响铃。摘机后T、R两端电压降为10V左右。另一分机再摘机时，此电压不能击穿其VD1，VS呈关断状态，使之无法工作，起到同线电话互锁保密的作用。IC、B、VD2、R3等构成发声电路，用于产生转接呼叫信号。S为一单刀双掷开关，平时处于2位，发声电路与C端相连，可由另一分机提供工作电压发声。如所接的电话是打给另一分机的，可将S置1位，这时从C端送出10V左右的直流电压，使另一分机的发声电路工作，产生呼叫信号。R3和VD2组成稳压电路，给发声电路提供3V的直流工作电压。

使用单片机的同线电话交换机电路见图2。由单片机电路、电话机状态检测和控制电路、双音频解码电路、模拟摘机电路等部分组成。

对于电路的工作原理分三种情况进行说明：

1. 外线打入电话

当外线有电话打入时，振铃信号通过K1～K3三个继电器的常闭触点接通三部电话机，使它们同时振铃。以第一单元为例，VT2、R7组成电话机控制电路，VT3、R8～R10等组成电话机状态检测电路。当有一部电话机接听后，不妨设电话1接听了，这时通过电话机的直流电流在R8上约产生1.5V的直流电压，通过R9使VT3饱和导通，VT3输出端B1由高电平转换为低电平。单片机AT89C2051检测到这一信号后，A2、A3端输出高电平，VT4、VT6分别饱和导通使继电器

制作与调整

制作所需要的芯片、元件，在较大的电子元件市场能够买到，完成后的电源和单片机见图6。焊装检查无误后，先用数字万用表直流电压挡接在稳压输出端，调节开关电源的可调电阻R20，使得输出电压为5.00V，(如果是固定电压调整块，则无需调整)然后把电源和单片机接通，检查MCU芯片上的电源电压无误，关掉电源，把断点KD1、KD2断开，接上下载线，打开电源，通过PonyProg软件，把程序代码下载到单片机。关电源，拔掉下载线，接通输出到光耦的连线，双向晶闸管先不插上220V，在断点KD2串入数字表直流20mA挡，再开电源，数码管显示“HF”表示主程序已经运行起来，调整可调电阻R15，使输出电流为5mA。接通KD1，VD1发光，加入中断控制信号，当外部触点S1断开时，随着按键SB2的按动，数码管显示“H1”到“H9”，“HF”，发光管VD2也闪光越来越快至恒定发光，当S1接通，按动按键SB2使得显示从“L0”到“L9”，L0是完全关断，VD2熄灭。断开S1调高设定到某值，例如8，再接通S1调低设定至某值例如6，按存储键SB1，此二设定值就存入EEPROM了。以后一开机，如果S1断开，就显示“H8”，S1接通就显示“L6”，调整结束。

使用方法

把装有双向晶闸管和光耦的插座盒接到220V，开启单片机，插座盒上的交流电压就可以随着单片机设定值的调整而变化，用来调节电烙铁等电热器具很合适，而且不像简单双向晶闸管调压那样产生持续干扰。但因为闪动较大，不适用于照明电路，也不适于电流和电压有相位差的电动机控制。

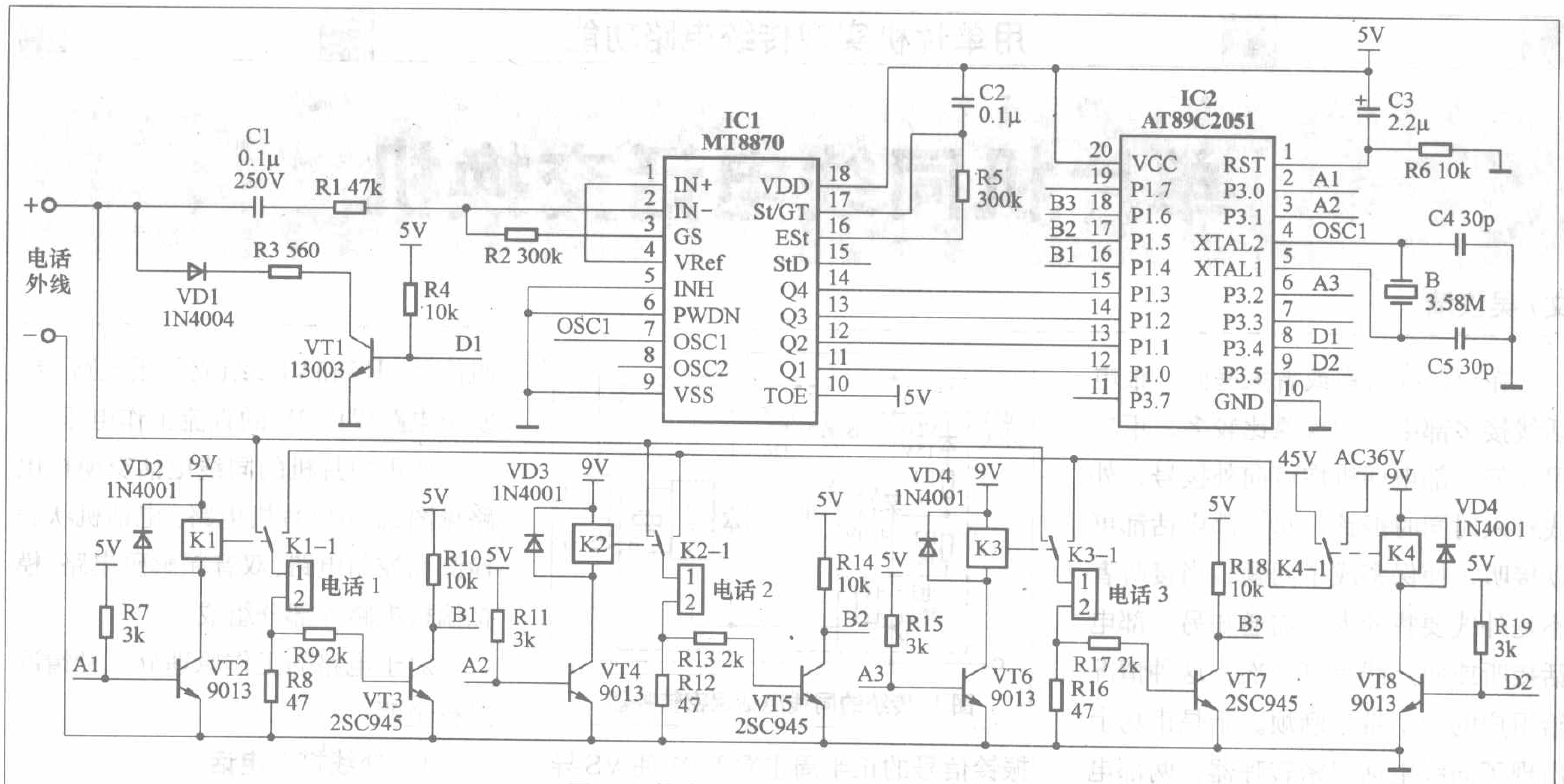


图2 用单片机设计的同线电话交换机

K2、K3吸合，触点由常闭触点转向常开触点，电话2和电话3和外线断开。

如果电话1就是外线要打的电话，即可以直接通话，由于这时电话2和电话3是和外线断开的，因此起到保密的作用。

如果电话1不是外线要找的电话，这时可以转接，3个电话对应的转接号码分别为#1、#2、#3，比如说外线要找的电话是电话2，这时电话1可以起到一个接线员的作用，只要在电话上拨 #2就可以把电话转接到电话2。具体工作过程是这样的：电话1拨出的号码#2经C1、R1输入给双音频解码集成电路MT8870进行解码，在其输出端Q1～Q4产生相应的BCD码，经单片机AT89C2051进行判断后，其A1、A3输出低电平，A2输出高电平，K2吸合使电话2和内线相连，D1输出高电平使由VT1、VD1、R3组成的模拟摘机电路工作，VT1导通使R3并接在外线上产生摘机的效果，这时即使电话1挂机也不会使外线断线。VD1的作用是防止振铃的反向电压加在VT1上。与此同时，单片机D2输出1秒高电平、4秒低电平的脉冲信号，通过VT8控制K4产生相应的动作，使得36V的交流电压间隔性的加在电话2上，产生响1秒、停4秒的振铃声。这时如果电话2摘机，则VT5的B2输出低电平，单片机AT89C2051检测后其输出端A2输出低电平使电话2接在外线上通话，A1、A3输出高电平使电话1、电话3断开和外线的连接，与此同时，D1、D2均恢复输出低电平，停止模拟摘机和振铃；如果1分钟之内电话2没有摘机，则A1～A3、D1、D2均输出低电平，电路恢复到初始状态，对方会听到电信局程控交换机发出的挂机提示音。

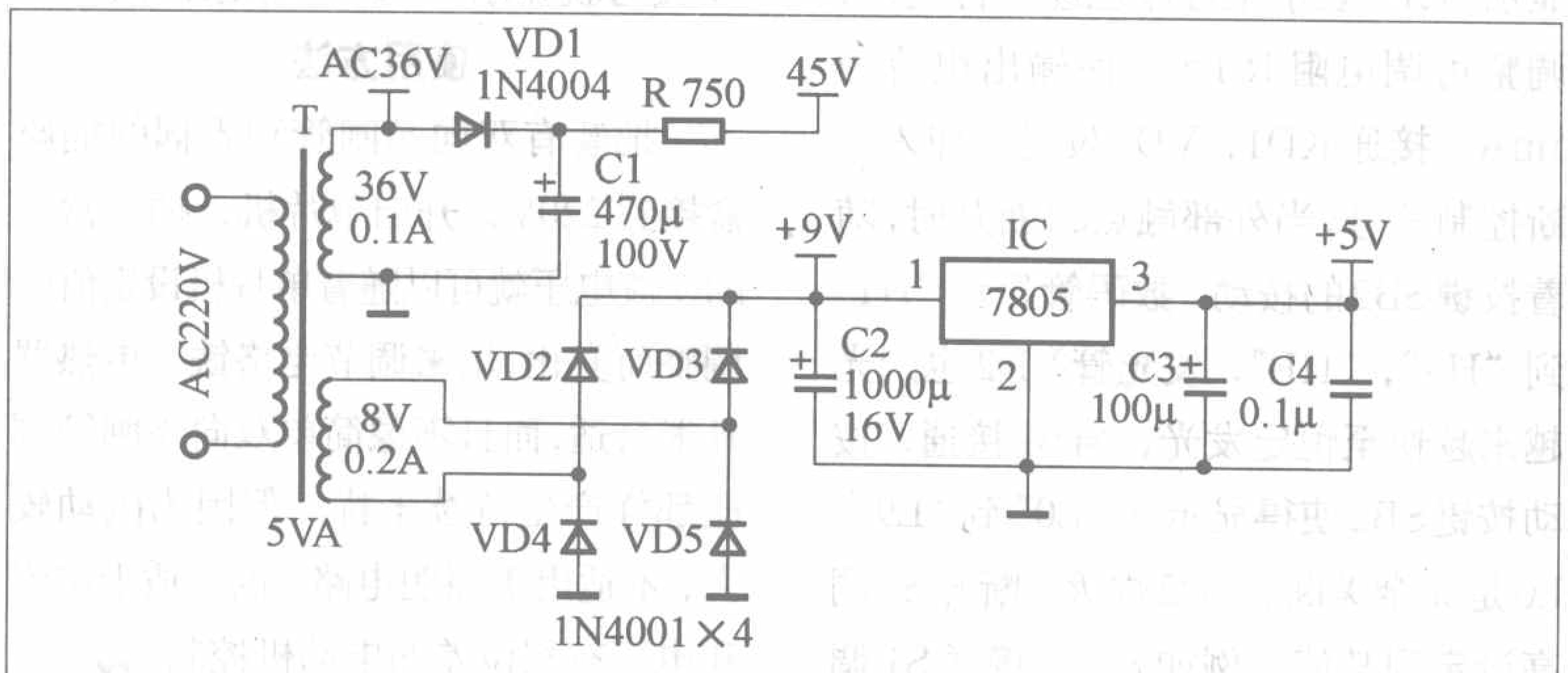


图3

2．拨打外线电话

不妨设电话3拨打外线，当电话3摘机后，VT7的B3端输出低电平，单片机AT89C2051检测后A1、A2输出高电平，断开电话1、电话2与外线的连接，直至电话3挂机后电路才能恢复到初始状态。

3．内部通话

内部通话时3个电话机对应的号码分别为*1、*2、*3。

下面以电话3拨打电话1为例说明，电话3摘机后单片机的输出状态和上述2相同。当电话3拨了号码*1后，单片机A2、A3输出低电平，A1输出高电平，这时只有电话1接在内线上，D2产生脉冲信号控制K4动作产生振铃信号，电话1发出振铃声。在电话1摘机后，B1输出低电平到单片机，单

片机A1、A3输出高电平，A2输出低电平，D2输出低电平，此时电话1、电话2同时接内线上，由开路电压为45V的电源提供工作电源，两个电话机即可进行通话了。

由于MT8870必须使用3.58MHz的晶振，为了简化电路，和单片机同用一个时钟源，因此单片机的时钟频率也是3.58MHz。

图3是单片机同线电话交换机的电源电路。电源分四部分：5V作单片机的工作电源，9V供继电器工作，交流36V作电话机的振铃电源，虽然比邮局程控交换的振铃电压要小点，但还是能够正常工作的，45V作内线通话时电话机的工作电源。45V电源是模拟程控交换机的供电模式的，串联在电源中电阻R有两个作用：一是限流，二是作为两个电话机的共同负载电阻。打电话时讲话产生的电流变化可以引起电阻R上电压的变化，使对方电话机能够对这一信号进行放大后收听，这样用两根线既完成了供电又完成了信号的传递，从而使双方能够通话。

软件设计

程序用C语言编写，由主程序、定时中断服务子程序和延时子程序组成。

主程序由初始化和电话机状态检测两部分组成，电话机状态检测部分的作用和同线电话保密转呼器中的晶闸管的作用相类似，即有一部电话摘机后将其他两部电话机锁定，保证同一时间只有一部电话机和外线接通。电话机状态检测部分的程序代码如下：

```
while(1)
 {
 if(k==0)
  {
   P3=0;
   if(B1==0)//若电话1摘机
    {  A2=1;A3=1;//断开电话2、3跟外线的连接
        while(B1==0); }//等待电话1挂机
      else if(B2==0)//若电话2摘机
       {  A1=1;A3=1;//断开电话1、3跟外线的连接
          while(B2==0);}//等待电话2挂机
      else if(B3==0) //若电话3摘机
       {A1=1;A2=1; //断开电话1、2跟外线的连接
          while(B3==0); }//等待电话3挂机
       }
   }
```

上述程序中参数k是判断是否拨分机号的特征数，拨了分机号k=1，否则k=0。k的值由定时中断服务子程序进行设置。

定时中断服务子程序的作用主要是用定时中断的方式不断对拨号状态进行扫描，分转接拨号和内部通话拨号两部分，分别用“#”和“*”作转接拨号和内部通话拨号的特征码，跟在后面的数字对应分机号。下面以程序中转接拨号中的一段为例对程序进行说明：

```
switch(P1&&0x0f) //判断转接的分机号
 {
 case 1:{// 转接的分机号为1
       m=5;
        A1=1; A2=0; A3=0; // 电话1接在内线上
       D1=1;// 模拟摘机
       i=0; n=0;
        while(B1==1&&i<60)// 振铃，1分钟内等待电话1摘机
         { if(n==4)
           { D2=1; //每逢第5秒振铃1秒钟
               n=0; }
 else D2=0; //停止振铃
   delay(1000); //延时1秒钟
   i++; n++; }
     if(i!=60) //电话1在1分钟内摘机
      { D1=0; D2=0; //停止模拟摘机、停止振铃
        A1=0; A2=1; A3=1; //只有电话1接在外线上通话
        while(B1==0); //等待电话1挂机
         P3=0;} //电话1挂机，恢复到初始状态
        else P3=0; //1分钟内没有摘机，恢复到初始状态
        }
        break;
    case 2:{// 转接的分机号为2
```

完整的源程序见本期配刊光盘。本装置和电话外线连接时应注意正负极性。

编后：《无线电》杂志曾经刊登过不少并接电话机分机之间的通信电路，感兴趣的读者不妨参考一下以下文章：

《一种实用的共线小电话系统》2002年第1期

《同线电话机双向呼叫及通话电路》2000年第10期

《用途广泛的共线型音频通信电话机》1997年第5期

《适用面广泛的新型共线电话机》1995年第9期

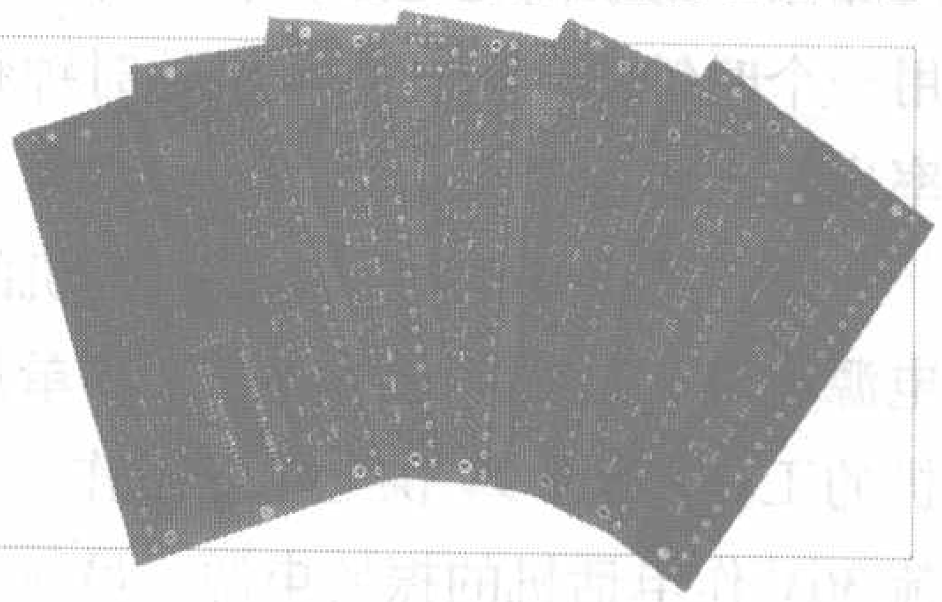
欢迎访问
无线电技术论坛
www.radio.com.cn/bbs/
——无线电爱好者的网上乐园

[动手做单片机电路（供应套件）]

可编程LED光源控制器

文 / 郝小平

编者按：本期《无线电》将向读者免费赠送50块本文所介绍的控制器的印制电路板，欢迎广大无线电爱好者发送电子邮件到radio@radio.com.cn申请，来信主题请注明“可编程LED光源控制器电路板申请”，并在邮件正文中写明姓名、邮编、地址、单位、联系电话及索取用途。数量有限，申请从速！在此感谢超前电子（0354—7091922）对本次活动的大力支持！



由于LED相比传统的照明光源，其电能消耗仅相当于后者的20%左右。使用寿命长达10万小时。它可靠性好，维护成本低。亮度、色彩的调控更方便，使得任意可见光颜色都可以得到，因此广泛应用于广告行业。在这里介绍一种可编程 LED光源控制器的制作和应用方法。

可编程 LED光源控制器，采用增强型STC89C52单片机为主控芯片配合相关电路控制超高亮红、绿、蓝三色LED，应用三基色混色原理和灰度控制技术得到各种颜色和花样的变化，达到丰富多彩的广告效果。

该控制器供电电压12V，直接控制路数32路（可扩展），每路长期工作电流3.5A。由于STC单片机具有ISP（在系统编程）和IAP功能，还内置看门狗及软复位，可方便地升级修改程序，使电路结构大大简化，可靠性提高。经半年多的运行证明该系统运行稳定可靠，使用灵活方便。可用于多路LED霓虹灯控制、店铺压克力 LED发光字控制、LED变色动感发光字灯控制、LED牌匾广告图案花样控制。

硬件电路及工作原理

1．主控制电路

电路原理如图1所示。采用STC89C52单片机为主控制芯片，该芯片具有8K字节FLASH ROM供用户编程使用，片内集成了512字节RAM，能满足用户编制复杂控制程序的需要。图1中12MHz晶振和IC1产生系统时钟信号，C5、R1产生系统复位信号，IC1的P0、P1、P2、P3口用于控制32路LED。图1硬件电路在系统程序的控制下，使P0、P1、P2、P3口各位的电平按照控制要求变化，从而控制LED颜色和花样的变化，以达到丰富多彩的广告效果。COM1和上位机通过电缆联接，经IC2进行232电平转换，实现ISP功能，用于修改和升级系统程序，达到改变控制效果的目的。为了在简化电路的情况下使系统能够稳定地工作，这里使用了STC89C52的内置看门狗。内置看门狗由看门狗定时器控制寄存器WDT-CONTR控制，见附表。这种简化的电路结构，提高了系统的可靠性和稳定性。

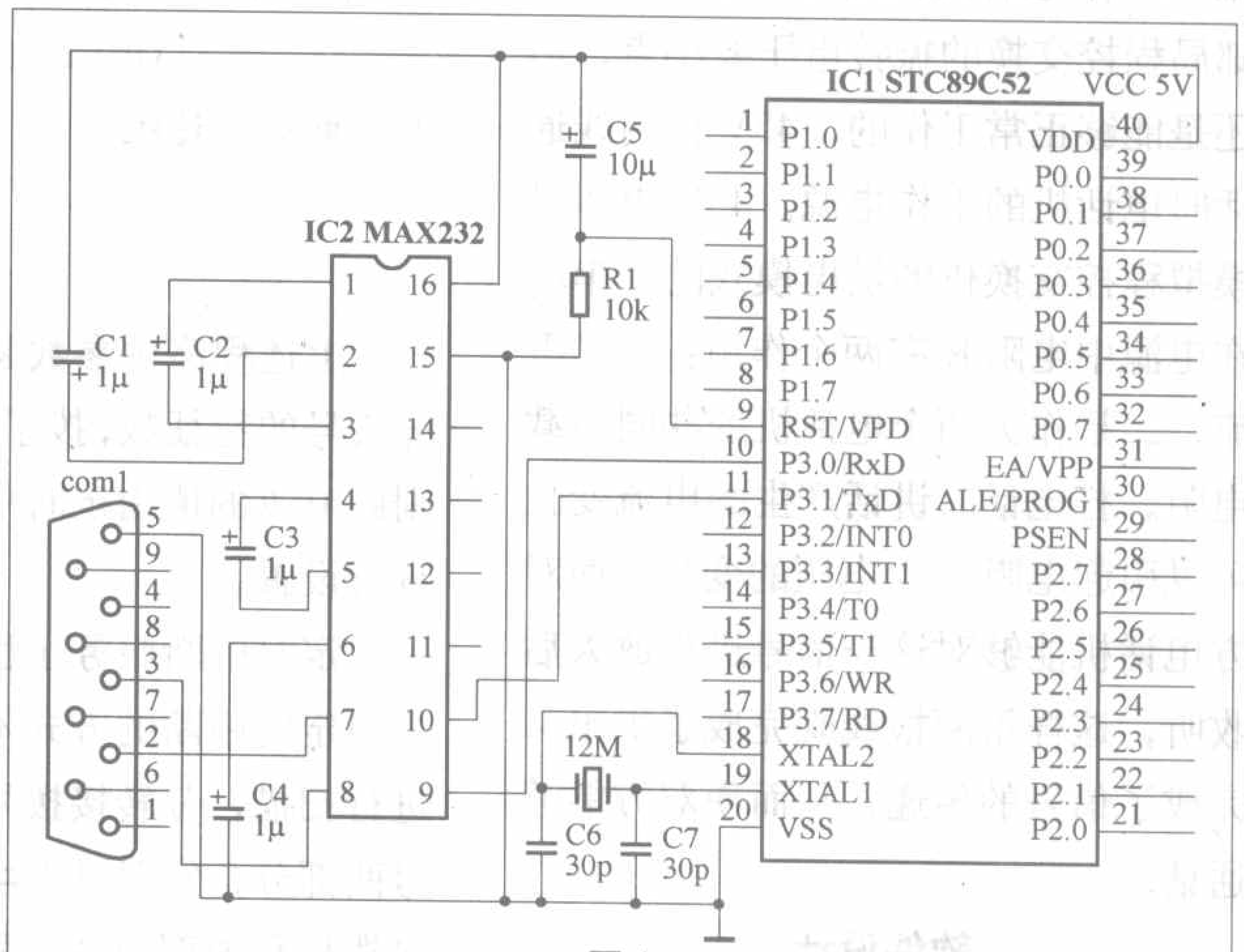


图1

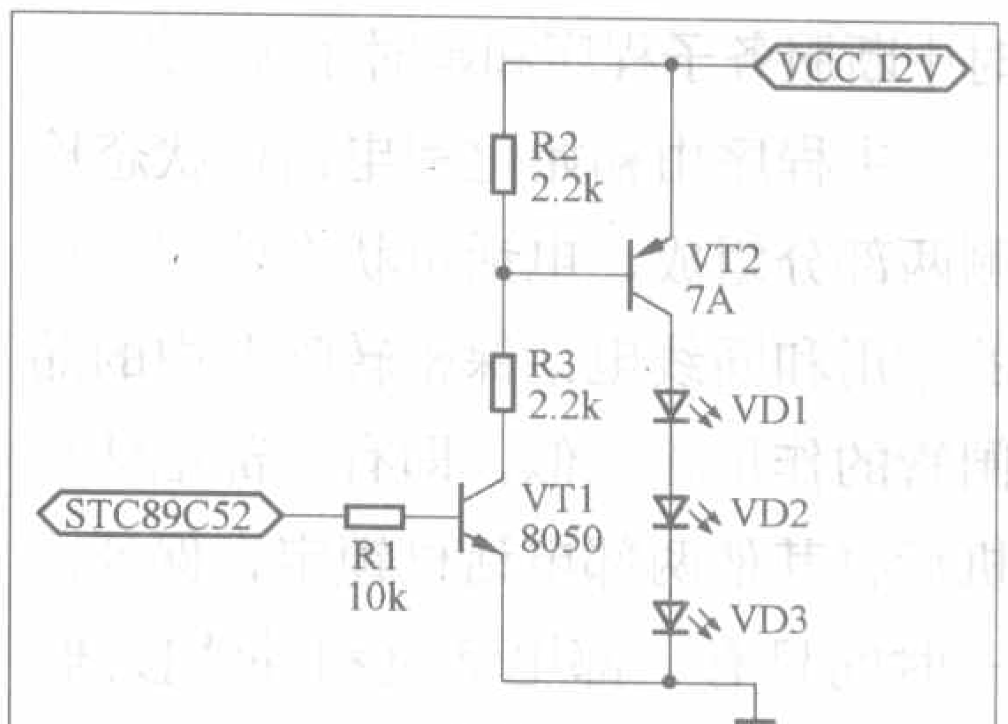


图2

2．驱动、电子开关电路

可编程 LED光源控制器的驱动和电子开关采用分立元件高电压大电流达林顿电路结构。最高工作电压大于50V，能直接使用12V、24V、36V

附表

SFR名称	地址	7	6	5	4	3	2	1	0	复位值
WDT-CONTR	E1H	–	–	EN-WDT	CLR-WDT	IDLE-WDT	PS2	PS1	PS0	xx00,0000

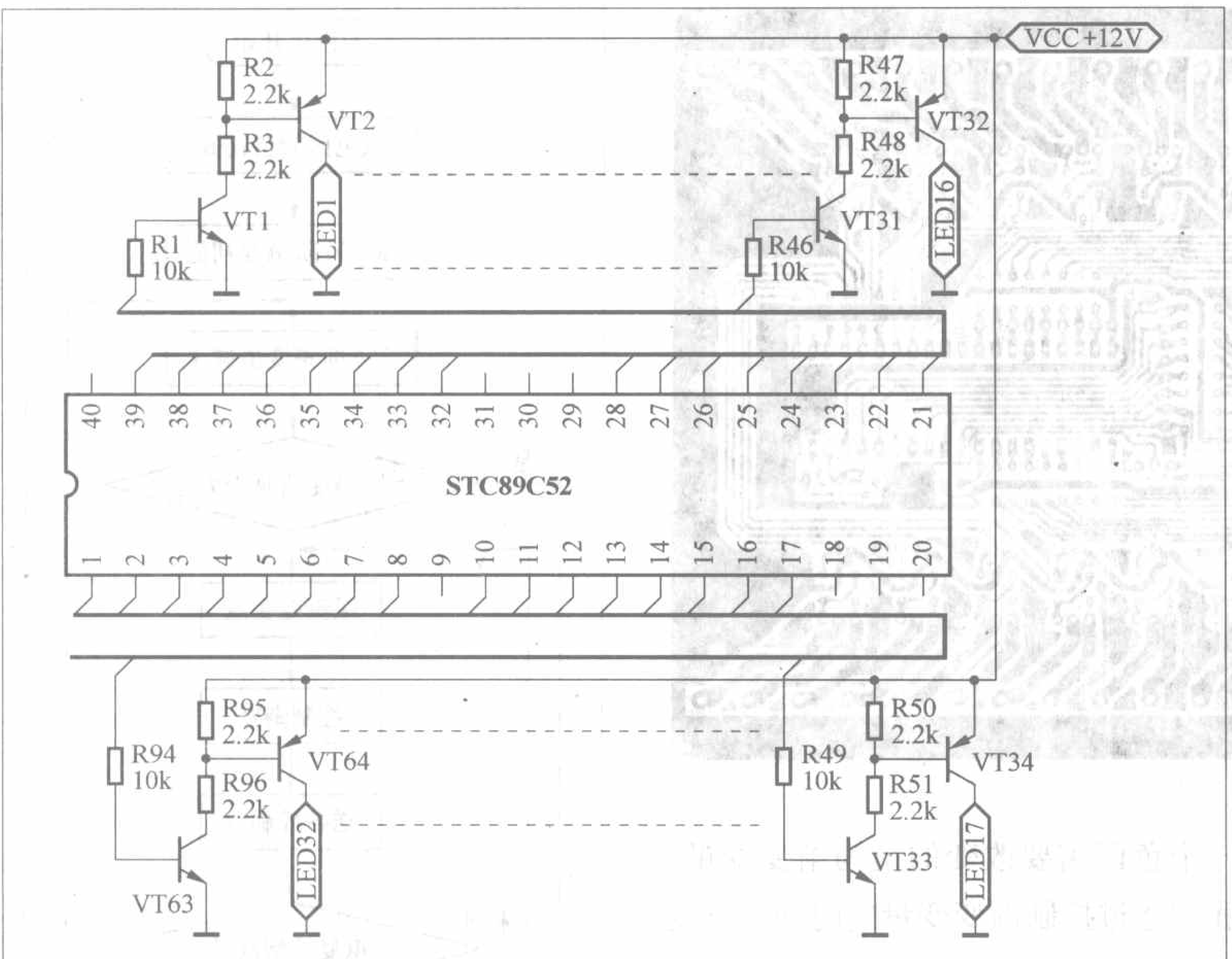


图 3

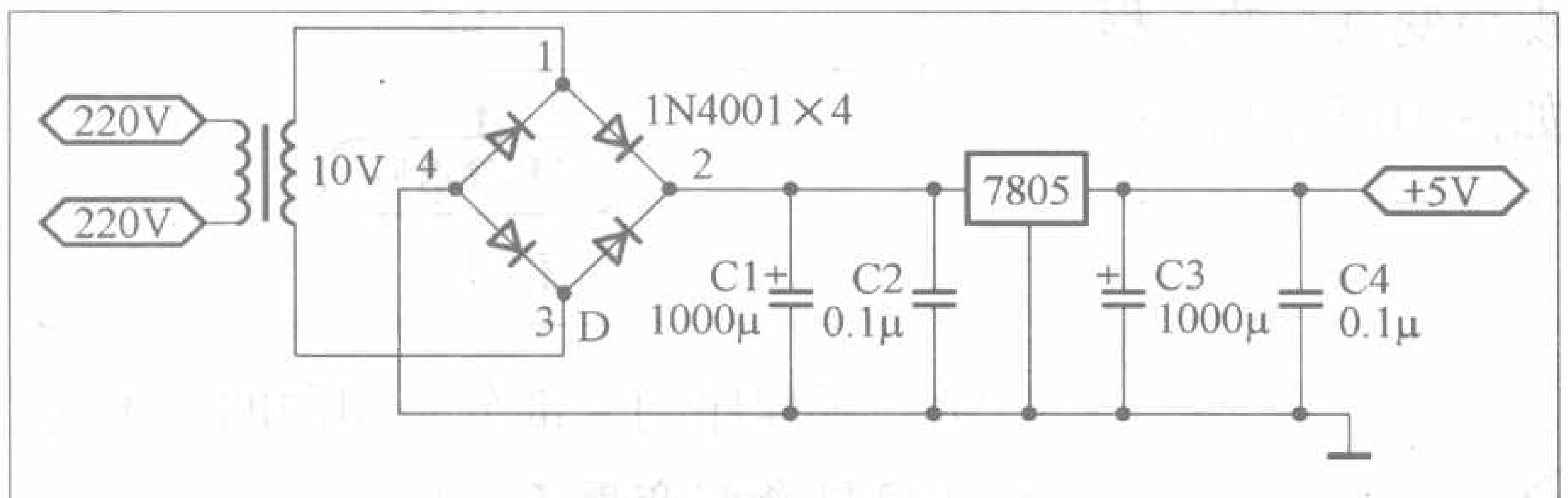


图 4

图 5 单色三 LED

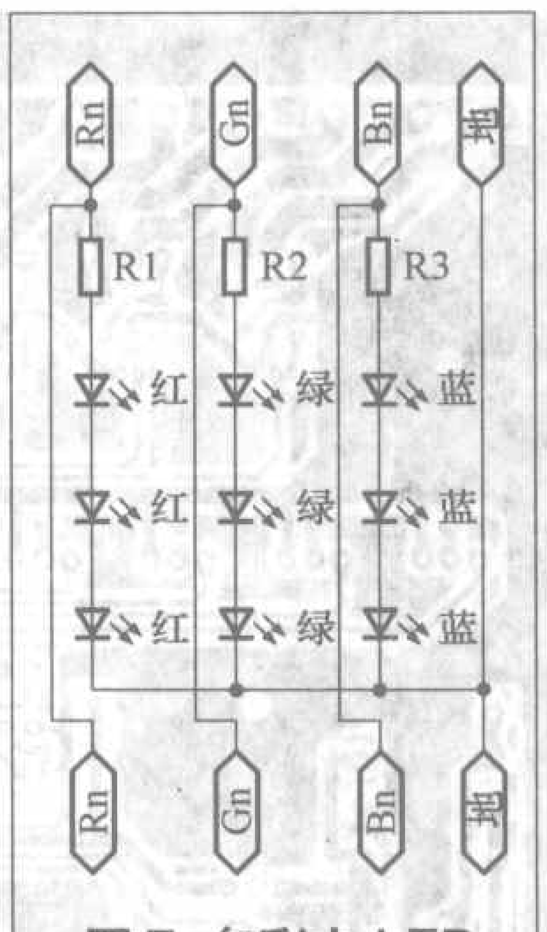


图 7 多彩九 LED

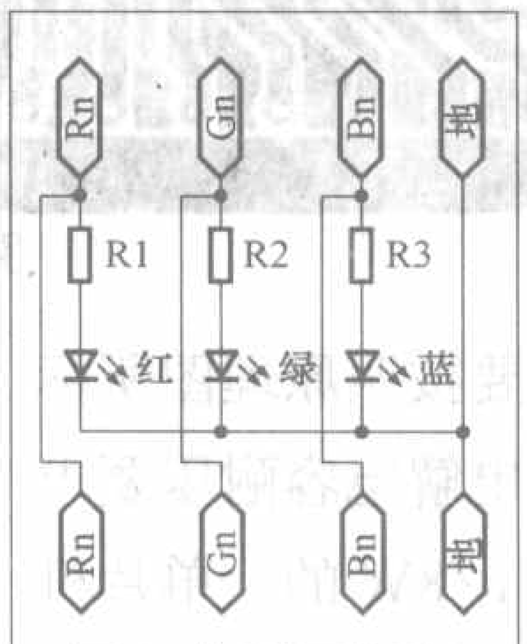


图 6 多彩三 LED

的电源供电。可直接连接低逻辑电平数字电路控制的大电流高电压电路，其优点是控制灵敏、稳定可靠，电路如图 2 所示。

由 VT1、VT2 组成驱动和电子开关电路，VT1 的基极通过限流电阻接 STC89C52 的位控端。整个系统可控制32路LED，每一路对应P0、P1、P2、P3 口的一位，每一路都通过图 2 的电子开关电路控制一组 LED 负载。当位控端输出高电平时，VT1 导通，VT2 也导通，12V 电源通过VT2加到LED 组使LED 发光。当位控端输出低电平时 LED 组不发光。通过多路组合，控制各路LED 组的亮和灭，得到各种颜色和花样的变化。32 路的系统控制原理和连接方法如图 3 所示。

3. 供电电源

可编程 LED 光源控制器的电源由两部分组成。一是主控电路单片机系统的 5 V 工作电源，为了保证系统的可靠运行，系统电路的5V工作电源应单独供电，由装在控制板上的5V供电电路经LM7805稳压滤波后给系统控制电路供电见图 4。为了保证LED 可靠安全的工作，LED 组的12V供电电源应选择保护功能强的开关电源供电。考虑到 LED 组的 12V 供电电源工作在大电流状态下，这里我们选择一种合理的供电方式：将每一路独立供电，即每一路使用一个3.5A的开关电源供电。这样做的好处是：(1) 增加了整个LED 系统的安全性，使LED 系统不至于在电源出现故障时损坏整个 LED。(2) 选择电源比较灵活。(3) 可节约成本。(4) 好维护。(5) 使用灵活方便，当每一路所带的LED 数目少时，可将所有的电源端用导线接通，使用一个电源供电。(6) 可方便解决各LED 发光点不均匀的问题。

4. LED发光模组

一个广告系统由多个图案或字组成，每一个字或图案由若干个LED发光模组的有序排列完成发光和动感效果。常用的LED 模组有单色三LED、多彩三LED（红、绿、蓝各一个）、多彩九LED（红、绿、蓝各三个）等。其内部结构如图5、图6、图7所示。多彩模组由红、绿、蓝三色LED组成。它们焊接在PCB上，PCB的两端有插件，用于模组之间的连接。LED模组中的LED发光单元相互串连通过限流电阻和电子开关与12V 直流电源相接，在控制器的控制下达到其广告效果。

硬件电路的制作与元器件的选择

1. 硬件电路的制作

首先根据原理图制作印制电路板，图8是可编程LED光源控制器的PCB图。

将元器件插入电路板，用 30W 的电烙铁将元器件焊牢在印制板上，40 脚单片机应加一个40脚的IC座，组装时先装阻容元件，然后再装大功率元件。大功率元器件应加散热器，控制器的接线端应使用接线排以方便LED和电源的接入。组装完成后检查无误一般不需调试即可正常工作。

2. 元器件的选择

本制作大部分使用的都是常用元

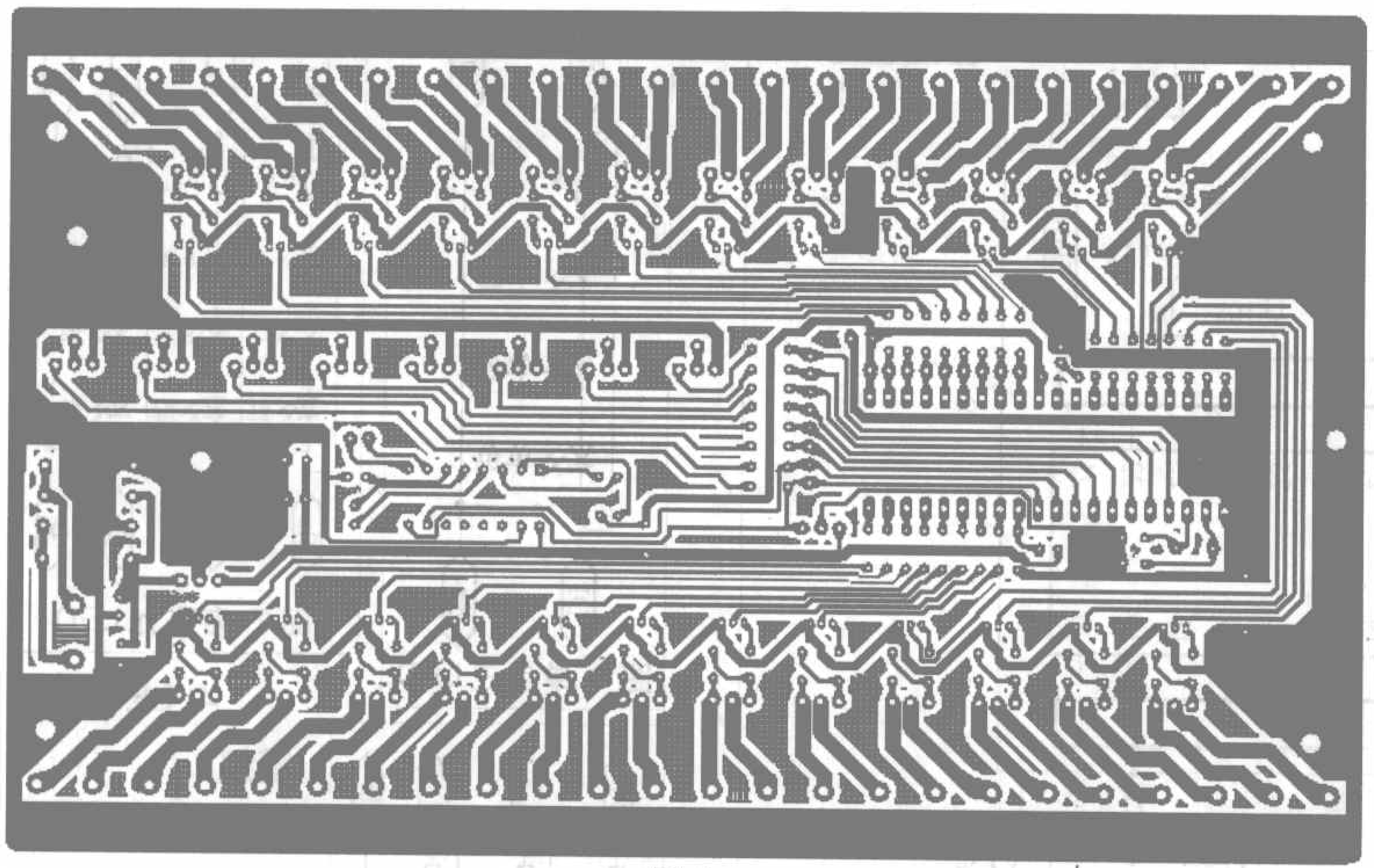


图8

器件，阻容元件只要按照原理图所标的数值选择即可，电解电容耐压要求大于25V，电阻选1/8W的。单片机选后缀为RC的就可以，如果控制简单的LED系统，程序不是很复杂可选STC89C51RC就够用了。接线排选KF-7.62型，变压器选220V/10V的小型变压器。由于本控制器的电子开关使用的PNP三极管工作在大电流状态下，因此该管的选择非常重要，尽量使管子的 I_c 余量大一些，这里选2SA1443，以保证系统的安全运行。为了能够方便地安装散热器该管选择TO-220F封装的管子。

关于LED模组中的发光管，应选择超高亮度的食人鱼或草帽管，其一致性要好，发光角最好为180度的，有利于三基色的混色，使色彩更加均匀饱满。

控制软件的设计

1. 多彩渐变色控制程序

大自然中的任意色彩都可通过三基色混色和灰度控制来实现，图9为其混色原理。这里我们将大自然中的色彩分成12个混色区，例如：红、绿、蓝三色都打开时，控制红光由亮变暗就形成一个色区，变绿光为另一色区，变蓝光又是一个色区，变红绿、红蓝、绿蓝又为三个色区……共12个色区。每一个色区需要改变的量为渐变变量。我们通过控制渐变变量的时间，改变它的占空比就可以改变其灰度，从而得到各种色彩。实现渐变色彩的主程序和子程序的流程如图10和图11所示。子程序的大部分是相同的，不同的只是渐变变量不一样。

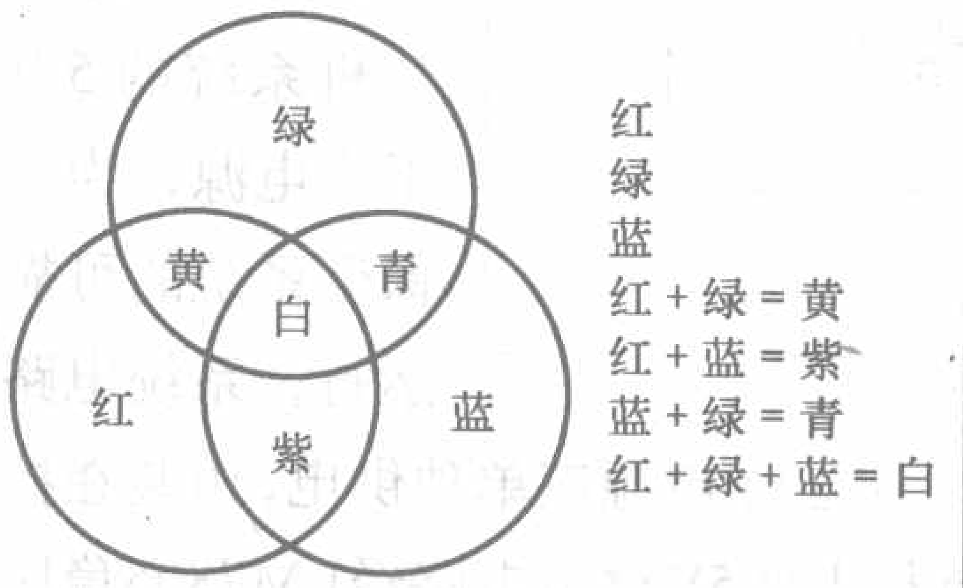


图9

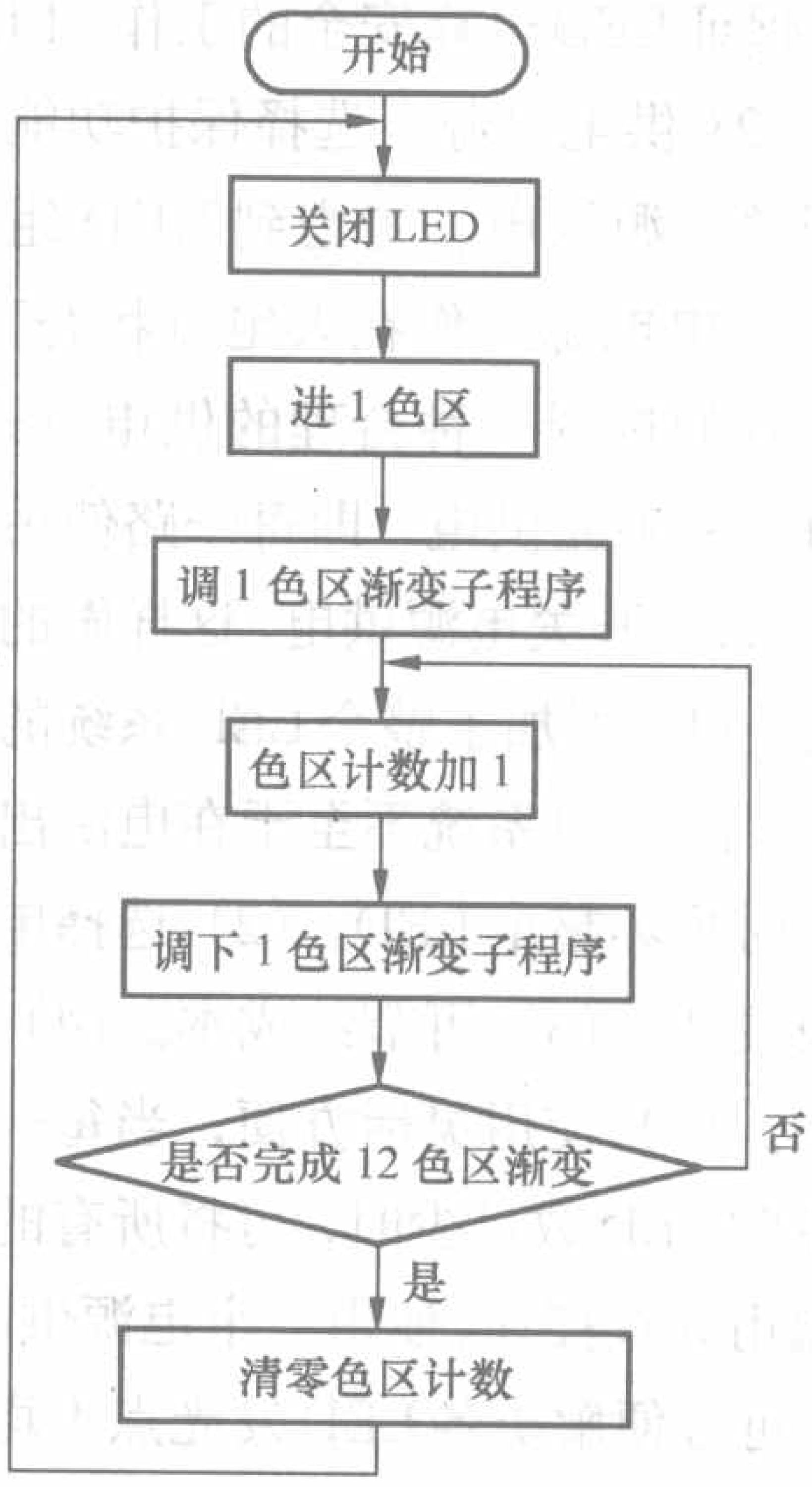


图10

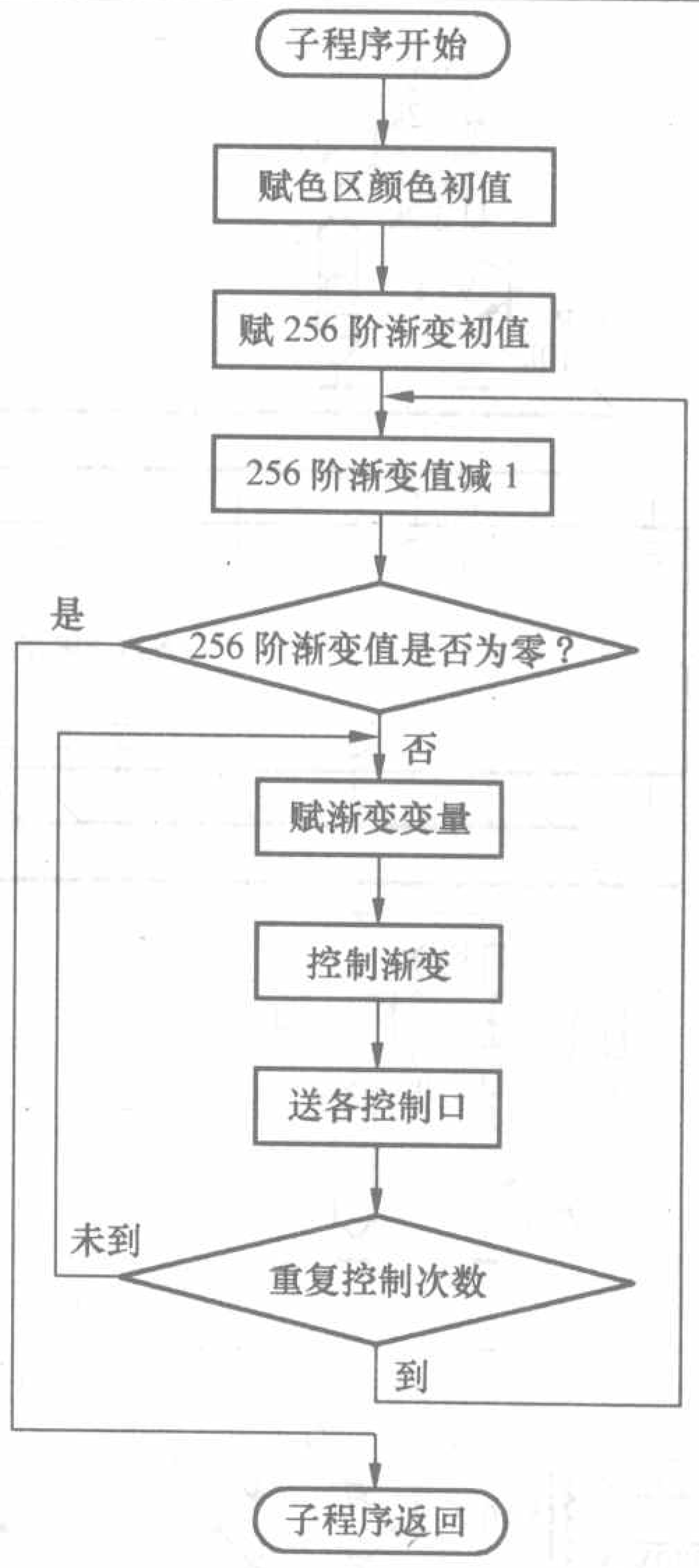


图11

2. 4个压克力发光字7彩变换的控制程序

控制程序如下：

```
ORG 00H; 程序开始
JMP 30H
JMP MAIN
MAIN:MOV P0,#00H; 主程序
        MOV P2,#00H
        MOV R1,#5
  L1:MOV R0,#00H; 初始化，所有 LED 灭
  L0:MOV DPTR,#TAB ;7彩轮流显示5次
     MOV A,R0
     MOVC A,@A+DPTR; 查表取数
     MOV P0,A; 送P0口
     MOV P2,A; 送P2口
  LCALL DELAY; 调用延时子程序
     INC R0
     MOV A,R0
```

用单片机做显示器信号发生器

文/孙 彦

在维修显示器时，一般都是接电脑主机，经常拔插信号线很不方便。本文介绍的显示器信号发生器就可以替代电脑主机，给显示器一个信号，在维修时能显示各种信号，而且体积很小，携带在外维修也很方便。

我做的这个显示器信号发生器是在国外网站www.alexm.times.lv/vga_tester.htm看到的，电路原理图见图1，PCB图见图2。主要是用单片机PIC16F84A来输出信号，74HC164用来显示编码。一般市场上销售的彩显信号发生器都在130到200多元，而这个电路整个成本不到40元。

主要器件PIC16F84A市场价在12元左右，一些单片机网站都可以买到。数码管是共阳单管，VGA插座在坏的显卡或主板上找就可以。其他器件在电子市场都有。在制作电路板时把PCB图用激光打印机直接打印在热转印纸上，热转印纸可以用广告用的及时贴把上面的贴纸去掉，下面的就可以当热转印纸使用了，不必去市场买，然后用家里的电熨斗（要铁的那种熨斗）注意控制好温度，在150到180度最好，敷铜板要比PCB图稍大些，对好板子，用力压几次，等温度降下去后，慢慢揭去热转印纸，如果有漏掉的重新用电熨斗压一次，然后用三氯化铁和水以1:3的比例配好，温

```
    CJNE A,#7,L0
    DJNZ R1,L1; 显示5次
DELAY: MOV R7,#25; 延时子程序
L6:MOV R6,#255
L5:MOV R5,#255
    DJNZ R5,$
    DJNZ R6,L5
    DJNZ R7,L6
    RET; 子程序返回
TAB:DB 09H,12H,24H,1BH,2DH,36H,3FH; 7彩数据
    END; 程序结束
```

可编程LED光源控制器的应用实例

实例图片见图12。图中的7彩压克力发光字，字高1米、字宽1米、厚度6厘米，每字共用9LED的三色LED模块100个。使用厚度为3mm的白色压克力板经热压成型，共使用12个12V2A开关电源供电。

1. 连接方法

我们将单片机P0、P2口P0.0～P0.5和P2.0～P2.5的每3位分别控制一个压克力发光字。按P0.0控制红色LED，P0.1控制绿色，P0.2控制蓝色

图12

的顺序将发光字的引线接到相应的接线端子上，其他接法相同。12V电源应分段用粗导线接入电路，减少线路上的压降，避免LED发光点亮度和色度的不均匀。串口座用引线接出，将其安装在外面方便和计算机连接的位置。串口线不可太长一般不超过5米。

2. 控制软件的写入

将上面的4个压克力发光字7彩变换的控制程序，用南京万利的MedWin编译软件或keil7.0软件编译生成的HEX文件，通过STC单片机编程软件stc-isp-v3.5经串口写入STC89C52单片机中。在写入程序时需要对单片机进行冷启动，具体做法是拔下单片机再插入IC座中或关闭电源再接通即可。

3. 运行验证

运行之前应对电路的连接进行仔细的检查，看是否有误接、漏接的现象，确认无误后先接通LED组的12V电源，正常后再接通控制电路的电源。如果运行不正常应检查硬件电路或修改控制软件，直到正常工作为止。

可编程LED控制器、单片机培训、电子屏及套件信息

1. **CQGK1可编程LED光源控制器** 套件165元，成品185元
详情见内页文章介绍。可根据客户的控制要求编制控制程序，写片。价格面议
2. **超高亮红、绿、蓝9个LED多彩发光模组** 每个4元
3. **CQ-80C51单片机在线编程、仿真、实验开发平台**
详情见2006年第五期文章介绍。
4. **单片机实验板** CQSY-1型86元 CQSY-2型60元
5. **单片机技术培训** 学期15天 费用900元
以51单片机机型为主，使用精炼的单片机教程。免费赠送编程器一套、实验板一套、单片机芯片2片，学员也可自己组装以上器材。以动手实践为主，有多年开发经验的老师任教，使你能在短期内掌握单片机技术，并可独立进行编程和开发。本次学不会可免费继续学习。团体学习再免费传授Protel 99 SE电子电路制作技术
6. **CQCX-1汽车状态显示屏** 高亮度屏880元，超高亮度屏1200元
动态汉字和图案显示汽车的左转、右转、刹车、倒车等状态信息，无状态时自动显示各种广告内容，广告内容可随意更改。发光点数128 × 16点。体积：$(110\times18\times8)cm^3$
7. **4字双色条屏学习套件（64 × 16点LED点阵）**
每套390元
8. **1.8英寸大LED数码管遥控电子钟学习套件** 每套90元
9. **1.8英寸大LED数码管遥控打铃器学习套件** 每套180元
以上7、8、9项套件包括全套学习制作资料，全套器件，相应的软件、示范程序。批量购买价格另议
10. **诚接40平方米以内的各种室内、室外LED图文屏工程。LED压克力广告字、LED霓虹灯工程**
以上各项诚征各地经销代理．以前各期广告继续有效．以上3、4项在校生享受10%优惠
邮费每次8元
地址： 山西省孝义市柳湾2区12-4-1号市超前电子
联系人：郝小平 王升贵 邮编：032303 电话：0354-7091922
客户服务：13935891981 Http://cqdzw.3322.org
E-mail:cqwsg@yahoo.com.cn
工商行卡号： 0509255801201900301 户名：郝小平

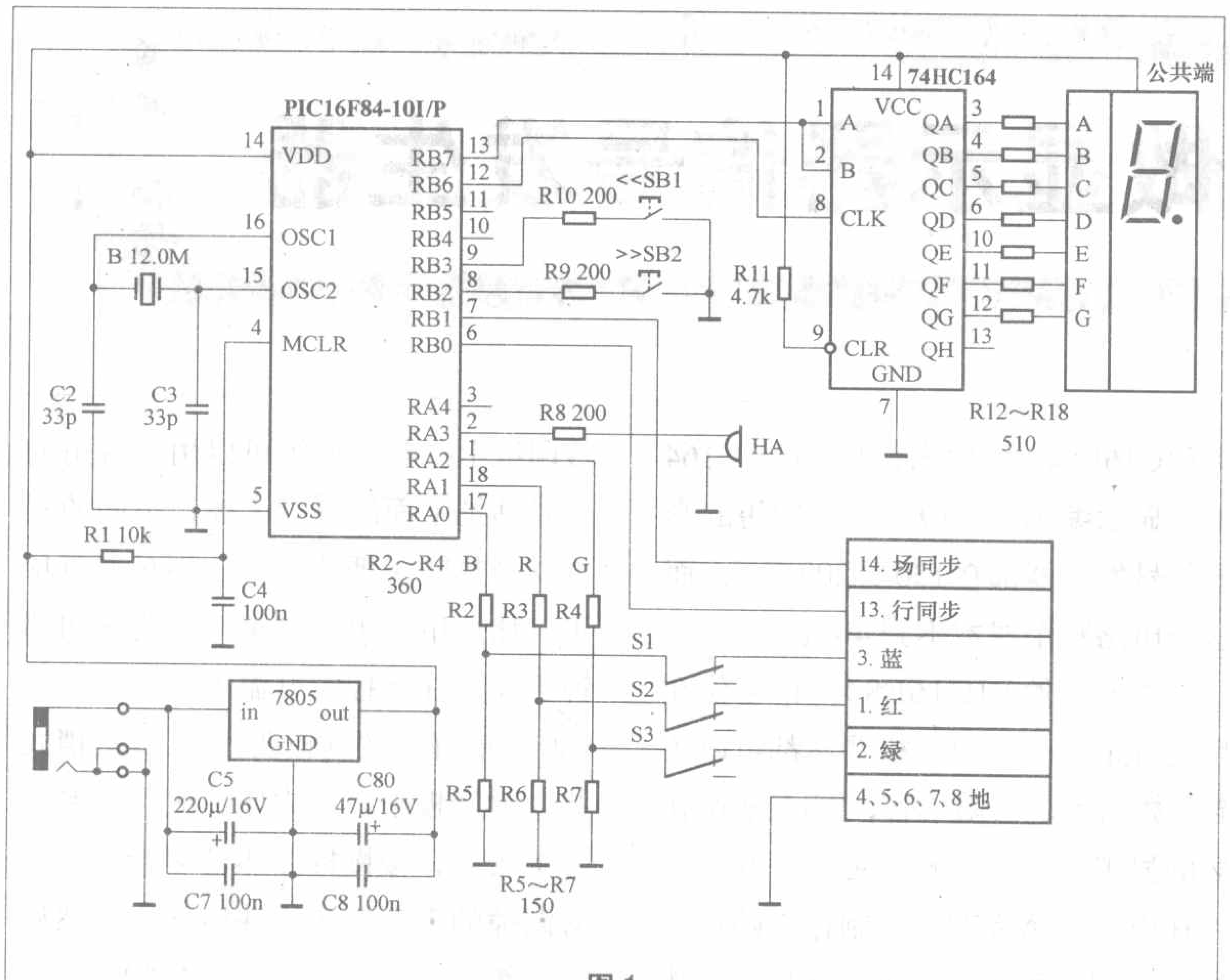


图 1

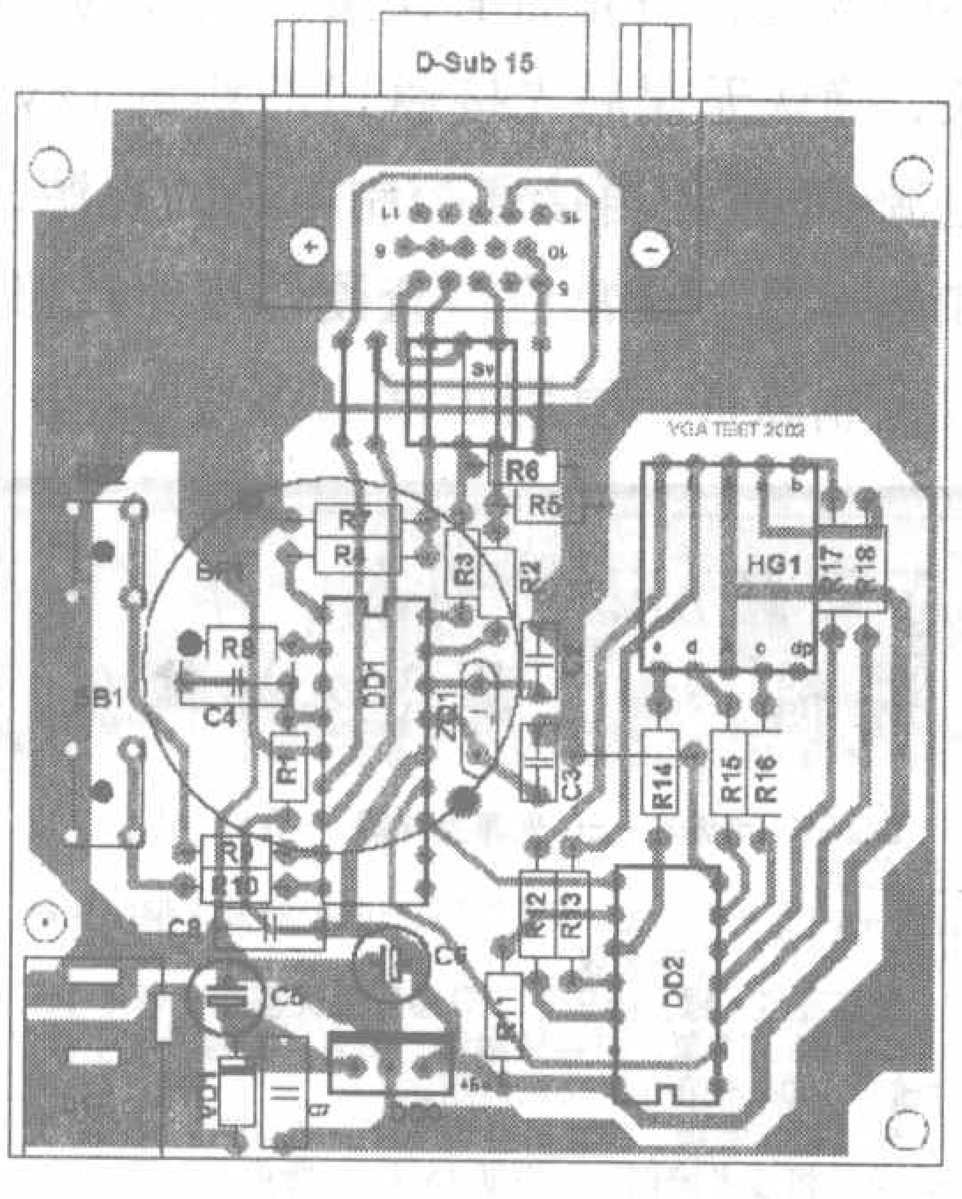


图 2 网上找到的印制电路板图

度在40℃～60℃之间，只需十多分钟就腐蚀完了。最后焊接元器件，先把电阻和电容对应的都焊好，IC器件最好用插座，这样不容易损坏，其中S1、S2、S3是拔码开关可以省去不用，直接接通。在PCB板上VD1是保护管，防止电源插反时烧坏IC。数码管我是用双位的，只要能显示就行了，焊完所有元件后一定要细细查一遍有没有焊接短路的。我在焊接时把SB1的一脚和地线短路了，结果不能改变信号。写数据我是根据《无线电》第6期的《自制简易PIC单片机编程器》制作的，烧写软件用icprog105E，下载地址为www.ic-prog.com/icprog105E.zip。使用方法该期有详细介绍。

整个电路是由单片机PIC16F84A 1脚、17脚和18脚分别输出三基色信号，6脚和7脚输出行场同步信号，8脚和9脚控制信号输出，每按动一次输出一个信号，数码管都有对应显示，一共有15个信号输出，分别输出红、蓝、绿、白屏，彩色方格，还有黑白交替方格信号，详细看附表。

74HC164是显示输出编码的，整个电路基本无需调试，电源用9V的外接整流电源就行，或用9V电池也行，单片机HEX文件下载地址是www.alexm.times.lv/Vga/vga12mhz.zip，或zgsunyan.ik8.com/PIC/vga12mhz.zip。使用时注意在接上显示器测试时，有的信号因频率较高屏幕会显示超出范围。

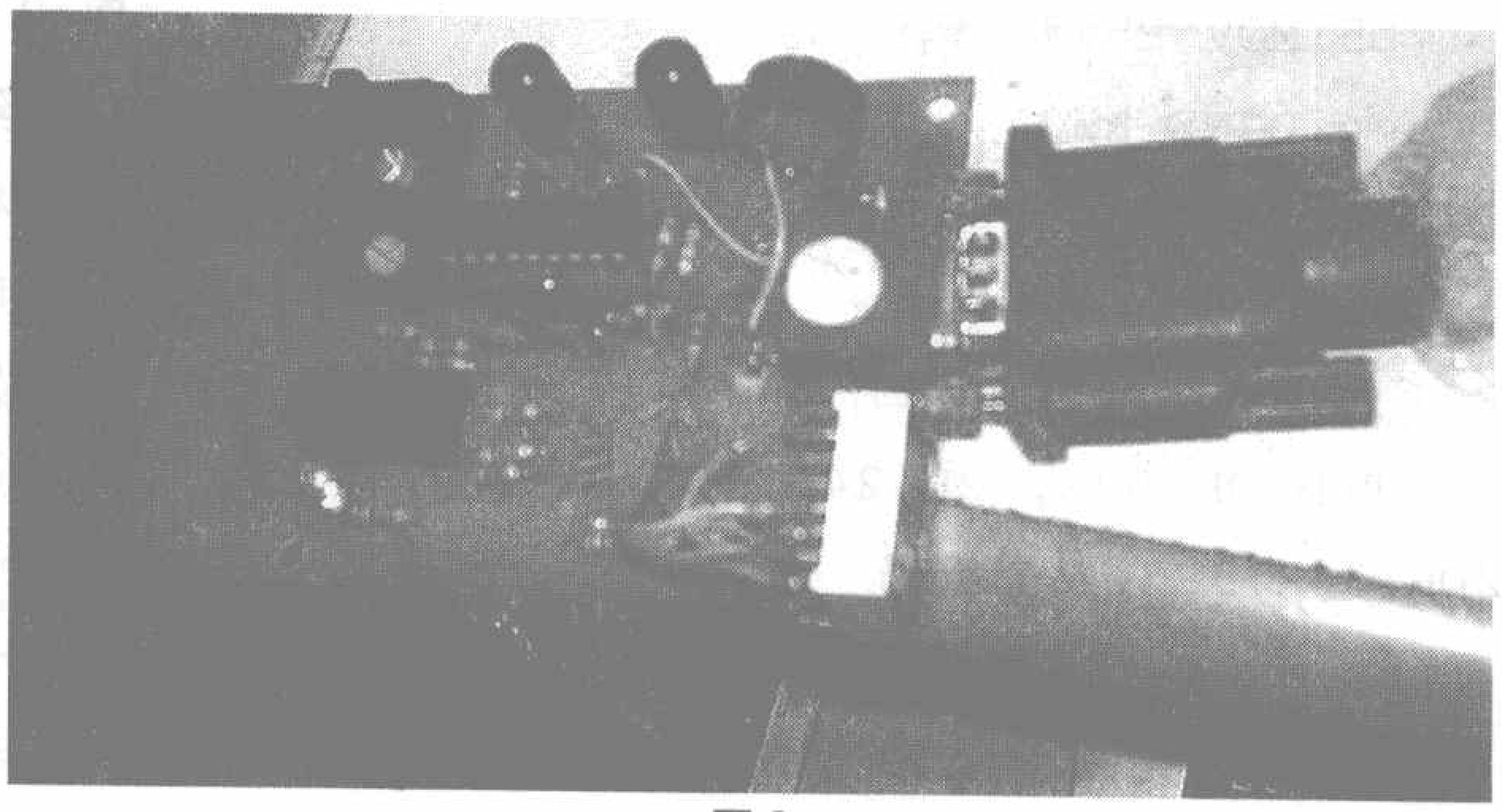


图 3

附表

序号	分辨率(dots × lines)	行同步频率（kHz）	场同步频率（Hz）	同步端(H/V)	显示图形
1	MODE−2 640 × 480	31.625	60.0	−/−	白屏
2	MODE−3 640 × 480	37.555	75.0	−/−	白屏
3	MODE−4 800 × 600	46.943	75.0	+/+	白屏
4	MODE−4 800 × 600	46.943	75.0	+/+	红屏
5	MODE−4 800 × 600	46.943	75.0	+/+	绿屏
6	MODE−4 800 × 600	46.943	75.0	+/+	蓝屏
7	MODE−4 800 × 600	46.943	75.0	+/+	彩色图格
8	MODE−2 640 × 480	31.625	60.0	−/−	黑白图格
9	MODE−4 800 × 600	46.943	75.0	+/+	高频测试 1
A	MODE−4 800 × 600	46.943	75.0	+/+	高频测试 2
B	MODE−1 1024 × 768	60.008	75.0	+/+	白屏
C	HV8−1 (Panasonic)	29.455	48.0	−/−	白屏
D	HV8−2 (Panasonic)	39.018	77.1	−/−	白屏
E	HV8−4 (Panasonic)	65.313	106.4	−/−	蓝边图格
F	HV8−6 (Panasonic)	85.840	165.0	−/−	红边图格

图3是我做好的信号发生器电路板，我在制作时加了一个电源指示。我也是一个初次接触单片机的初学者，欢迎读者朋友和我交流，联系方式：jxsunyan@sohu.com，QQ：68654074。

简单实用的负电压发生器

文/曾文阳

在开发嵌入式系统时经常要使用到运算放大器，这时会遇到如何对运算放大器供电的问题。采用单电源供电虽然简单，但共模抑制比差、输出动态范围窄。而采用双电源供电可以克服上述缺点，但如果系统是采用电池供电或外部开关电源（单组）供电时，就需要采用负电压发生器IC来为运算放大器提供负电源。本文介绍一种不增加专用IC，而是充分利用CPU内部资源构成的简单低成本负电压发生器。

电路功能

虽然使用负电压发生器专用IC有很多优点（见附表），如效率高（98%以上）、输出电流大（LT1054可达100mA），输出压差小：LT1054在20mA输出时只有0.5V。但整机成本将增加不少。

图1是一个嵌入式系统的部分电路，该系统使用HOLTEK公司推出的性价比极高的HT46R47单片机（单价不到3.5元）和1片运算放大器TL062来完成整机的主要功能（见图1虚线左半部分），为简单起见，略去与本文无关的电路。为使运放输出有较大的动态范围，运放供电需要双电源。一般情况下我们可以增加一片专用的负电压发生器，比如LT1054见图2或ICL7660见图3来产生所需负电压。整机成本将增加5元～10元，非常不划算。

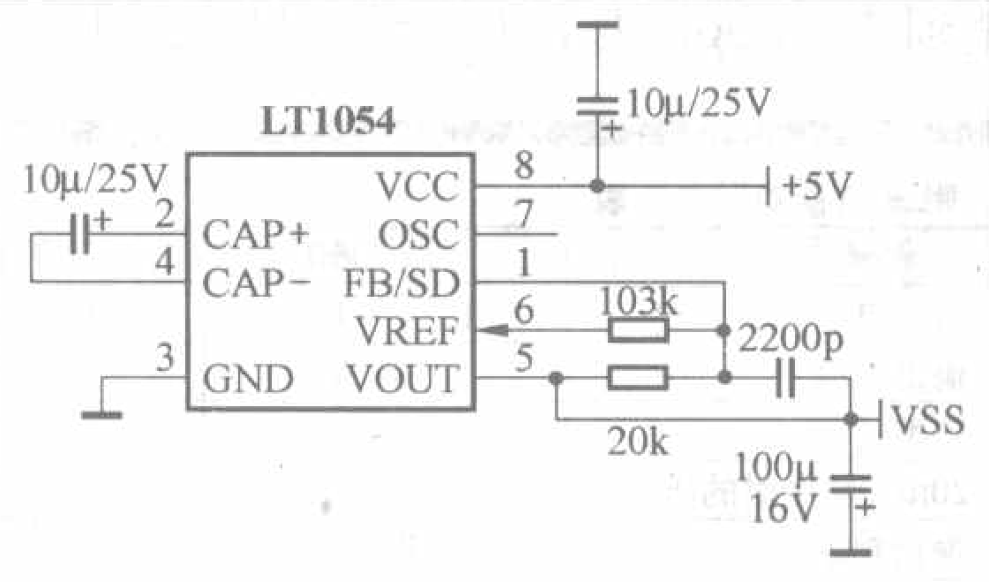


图2 LT1054负电压发生器

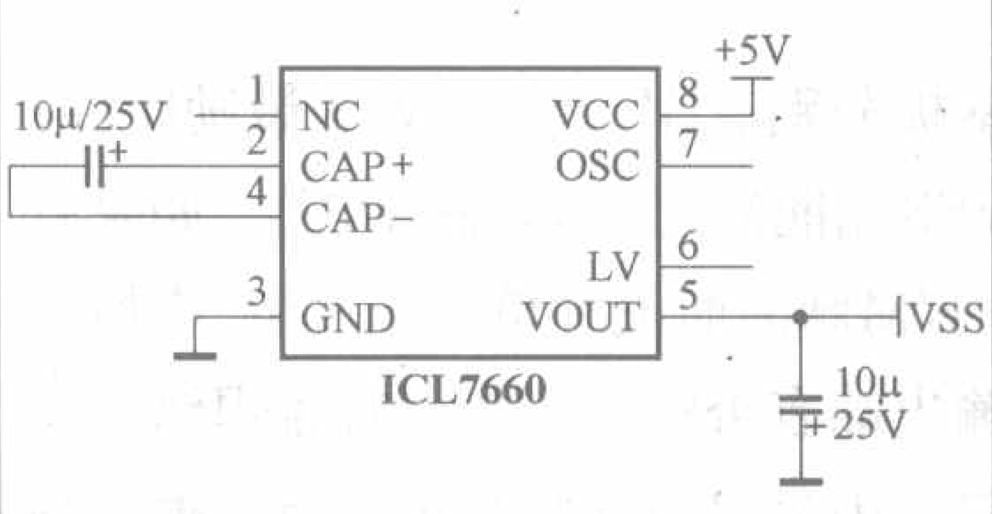


图3 ICT7660负电压发生器

近几年推出市场的各类单片机大多有PWM输出功能，HT46R47也不例外。为最大限度利用单片机内部资源，本例在硬件上只占用HT46R47的PWM这条I/O口线，去推动图1虚线右半部分的电路来产生负电压。这样就省去了价格较高的专用IC。

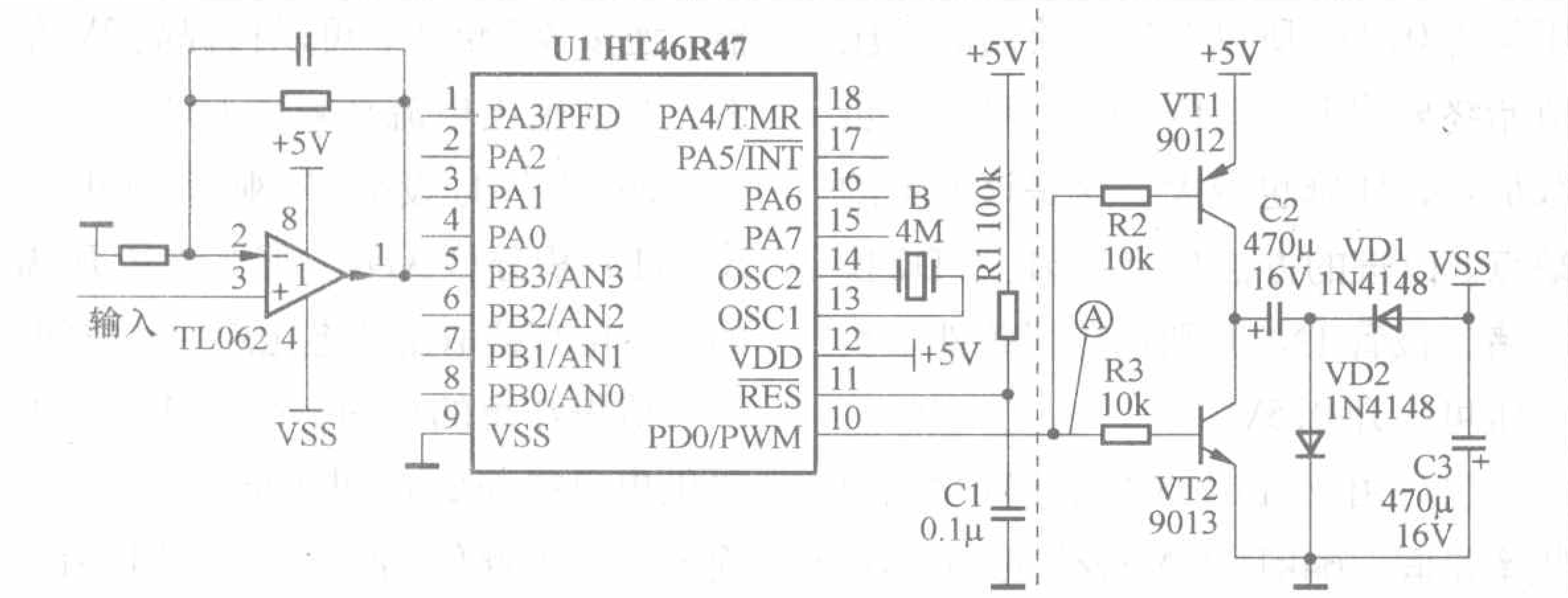


图1 由CPU产生的负电压发生器

工作原理

图1电路中，当HT46R47系统时钟频率＝4MHz，且PWM功能使能时，A点输出占空比50%、频率为64kHz、幅度为5V_{p-p}的方波信号见图4。VT1、VT2组成推挽式缓冲放大器，方波输出高电平时VT2导通，VT1截止，反之亦反。经放大并反相180度的方波再通过C2、VD1、VD2及C3组成的倍压整流后在VSS端就能得到负电压。由于二极管正向压降的缘故，V_{ss}至少要比正供电低0.7V（空载）。接上负载后在本例中V_{ss}大约为-4V。由于运算放大器在一般使用中对负电压值要求并不十分严格，用它来推动2到3只TL062工作是完全可以胜任的。

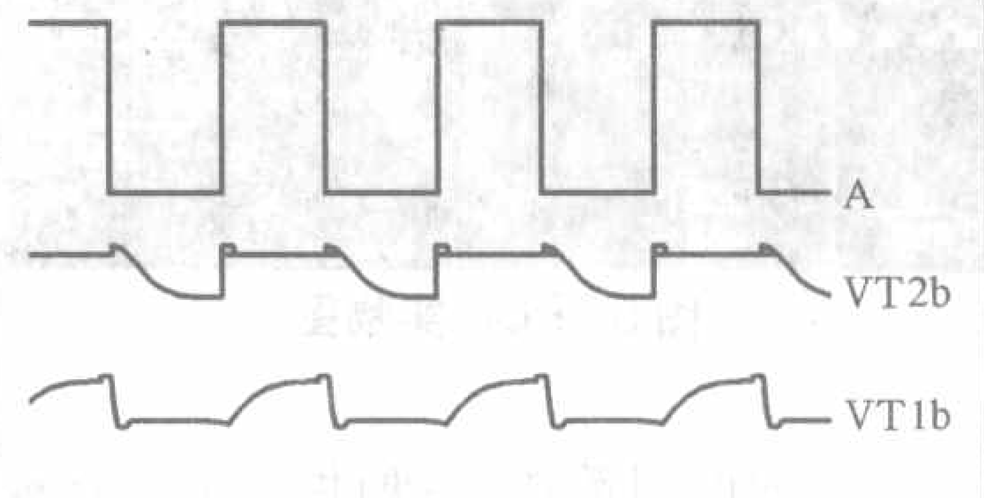


图4 测量波形图

在软件上只需要在初始化时增设几条指令，运行后就不占用系统软件任何资源。

制作与调试

实际制作很简单，在你的嵌入式系统中增加图1右半部的几个小零件，由于每位读者实际应用的电路包括所使用的CPU类型各不相同，读者可以

单片机开发工具DIY

用M8L制作的89S51单片机USB下载线

文/王晓波

本文将要介绍的是笔者最近制作的89S51单片机USB下载线，通过USB供电，无需外接电源，可以对89S系列的单片机进行在线编程。经过笔者测试，写入7.2K字节时，写入时间与校验时间总和约为10秒，而并口下载时间约为18秒，比用并口下载速度快，同时比并口方便和稳定，这解决了笔记本电脑没有并口和串口下载程序的难题。

笔者不久前在网上看到免费发布的《Easy 51Pro v2.0宇宙版》，这是长沙理工大学聂忠强先生自行开发的一套51系列单片机程序下载工具。笔者根据其源文件，经过修改，将其移植到ATmega8L（以下简称M8L）上，可以在线编程89S系列单片机。源文件下载地址为：www.xiao-qi.com/netfile/EasyISP.html。

电路原理

电路如图1所示，由M8L做微控芯片，负责与电脑通信及完成对S51单片机编程、读写、擦除等。其中M8L的PB2脚（16脚）做RESET控制信

根据基本原理灵活应用。如果原来电路布线已经完成，没有安排改装部分，也可以用万用板搭一块小补丁板，通过临时连接线与主电路连接。在PCB布线过程中要注意尽量将相关零件安排在靠近CPU的PWM脚附近，布线越短越好，尤其是含有PWM分量的走线不要形成大环路，以免引起辐射干扰。参考图5。

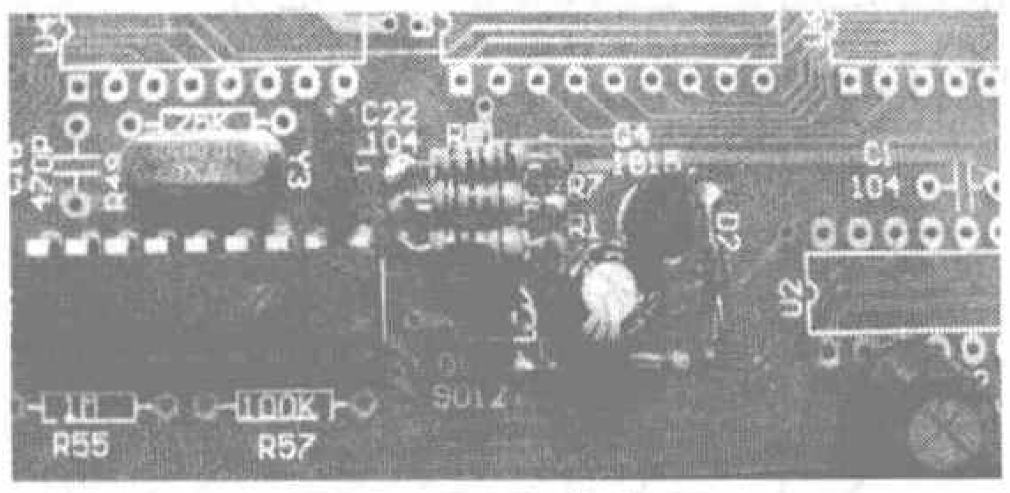


图5　PCB实物图

调试也很简单，硬件只有几个零件，只要焊接无误，都能正常工作。软件编写方面只要在主程序运行开始插入PWM初始化的几条汇编指令即可：

```
mov    a,7fh
mov    pwm,a
CLR    pdc.0
SET    PD.0
```

通电后在A点应能测到图4所示PWM脉冲(V_{p-p}=5V)，VT2基极与VT1基极分别有V_{p-p}=0.7V的激励脉冲。VSS端能测到－4V左右电压。如果有PWM脉冲而没有负电压产生，应检查输出端有否短路、零件有否焊错焊反等。因为电路非常简单，所以很容易排除故障。对于使用其他系列如16F87x、MSP430Fxxx等单片机，硬件连接时找到相应PWM输出口，软件稍加修改，同样适用。

附表 性能对照参考表

	ICL7660	LT1054	本文方案
输入电压	1.5V～10V	3.5V～15V	3.5V～5V
输出电流	50mA	100mA	20mA
效率	98%	98%	40%
20mA输出时的压差	1V	0.5V	1.5V(因空载时也要降去0.7V)
振荡频率	5kHz	10kHz	64kHz(如果降低到10kHz性能会改善)
价格	5元～6元	10元	HT46R47只需3.5元
特点	性能好、价格高	性能好、价格高	效率较低。廉价、只消耗CPU很少硬件资源

功能扩展和改进

由于倍压整流的硅二极管的正向压降为0.7V，所以倍压整流后的电压值始终要比Vcc低1V以上，且随着负载加重，压降也越大。这是该方案的缺点。改进的方法是将VD1、VD2换成锗二极管1N60，则在相同条件下负电压可上升0.5V。

另外由于HT46R47的PWM输出频率是固定64kHz(4MHz晶振时)不可调，倍压整流二极管及滤波电解电容在这样高的工作频率下工作效率会降低。如果系统允许运行在较低时钟频率，HT46R47可以选择较低工作频率的晶振或RC振荡方式，让PWM输出频率在5kHz～10kHz，此时效率会有所提高。对于PIC16F87x系列或MSP430Fxxx系列单片机，由于其PWM输出频率是可变的，通过软件来改变PWM频率更方便。

如果－4V不能满足使用需要，只要再增加1只二极管和1只电解电容器，连接成3倍压，可以再提高2V左右，当然输出电流会减小1倍。

假如你的设计中刚好使用了ICL7107积分型ADC，那么该IC所需的负供电直接取用该电压点非常方便。

值得注意的是图1中VT1的发射极供电只能与CPU供电同样接＋5V，而不能高于此值，否则由于VT1的PN结倒灌电流会烧毁CPU。

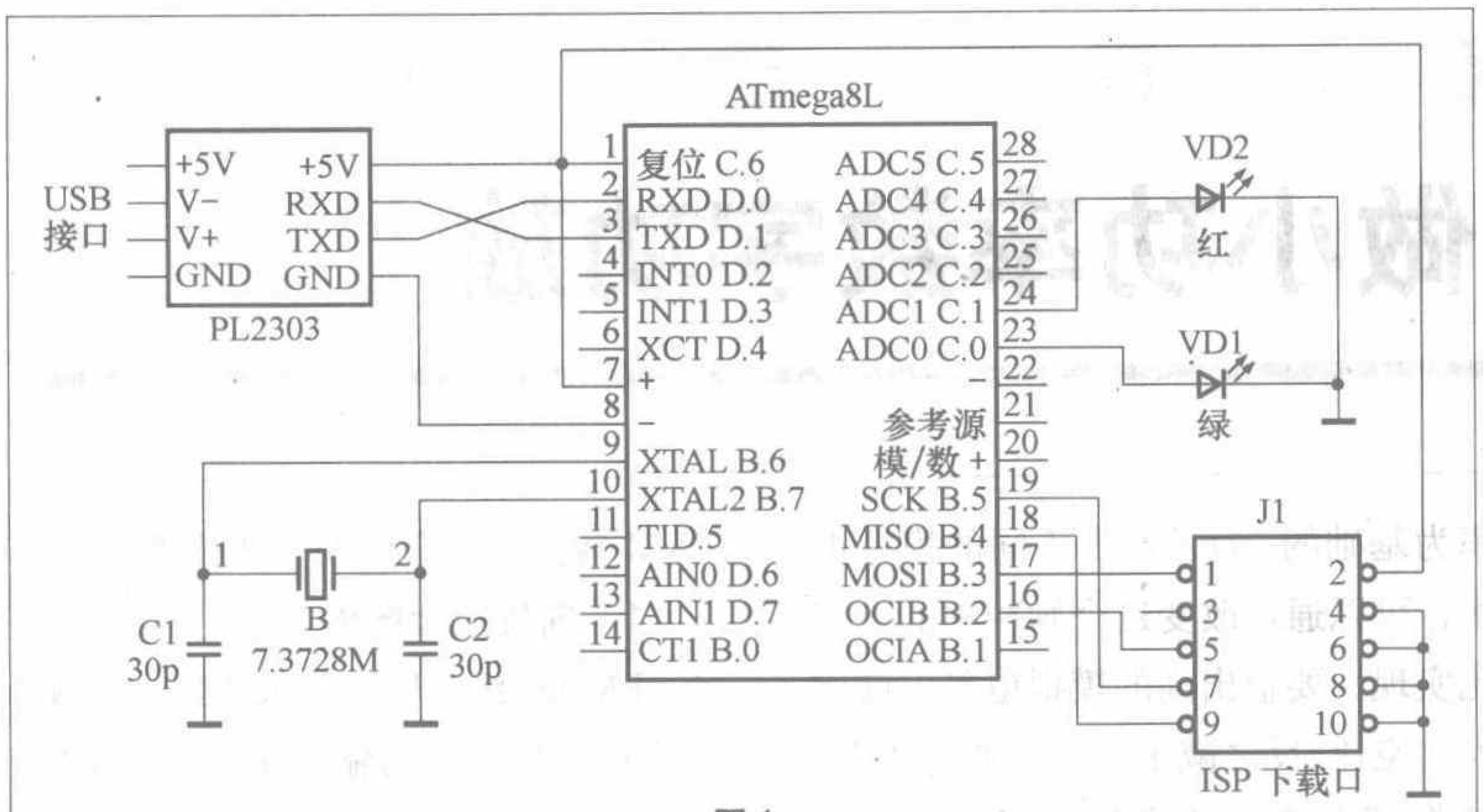


图 1

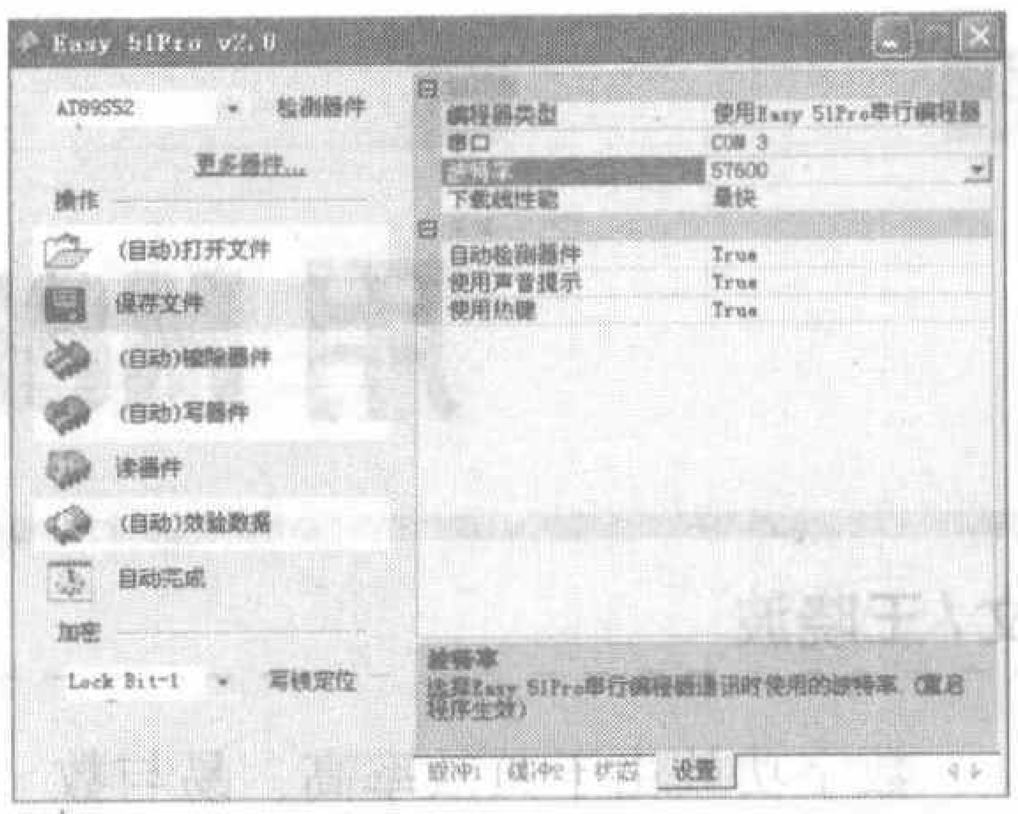


图 4

号，用来引起S51复位。MOSI用来发送数据，MISO用来接收S51发过来的数据，SCK为ISP通信时钟。

PL2303为USB转串口模块，可将USB信号转为串口数据。关于PL2303的详细资料读者可以从www.21ic.com网站中获得。

VD1为电源指示，VD2为工作指示，当接通USB端口时，VD1亮，VD2灭。编程时，VD1灭，VD2亮。

M8L工作在7.3728MHz的频率下，以便与电脑通信。C1和C2为30pF的瓷介电容。

制作与调试

该电路比较简单，元件也比较好找。

1. 安装PL2303驱动程序（下载地址：www.willar.com/down_view.asp?id=327）

安装驱动程序完后，当下载线第一次插入电脑时，电脑会提示你安装新硬件，可根据提示自动安装硬件。

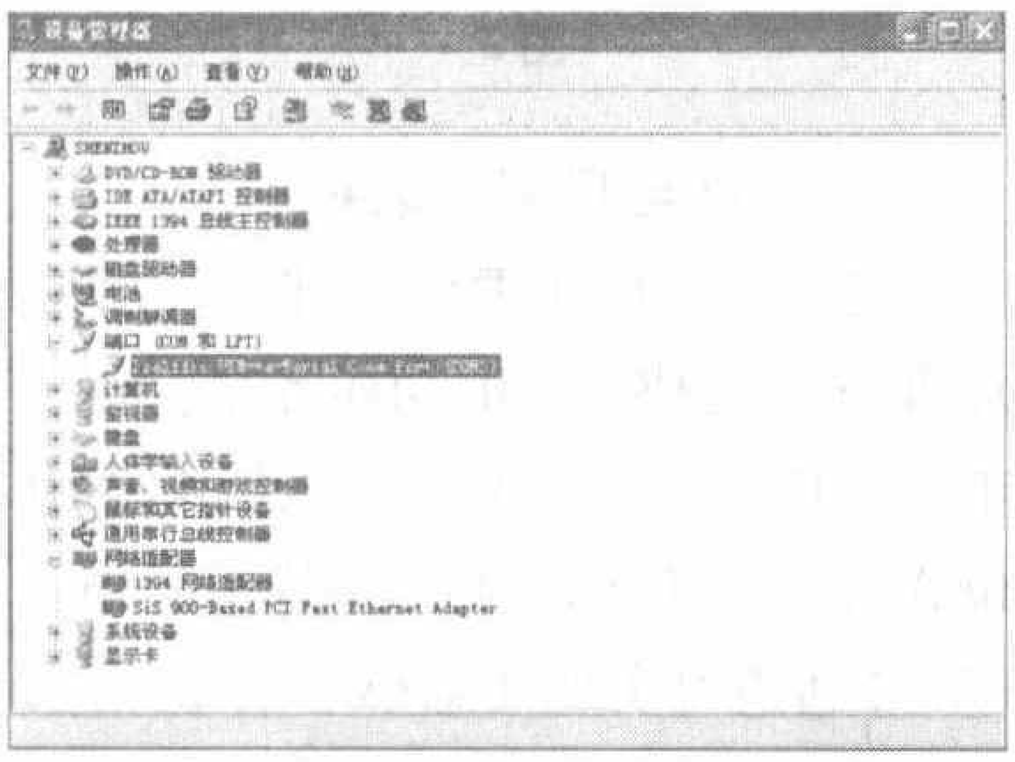


图 2

2. 修改串口参数

打开“我的电脑”的属性窗口，在硬件菜单下，找到设备管理器，打开后会看到如图2所示的硬件列表。

在端口的选项中会出现你安装的新硬件Prolific USB-to-Serial Comm Port(COM3)，后面括号里的串口号即为你当前所使用的串口。双击打开此项目，在端口设置菜单中按图3进行设置。

图 3

3. 设置Easy 51Pro参数

在Easy 51 Pro设置中，同样将参数按图4所示设置。

所有的项目都设好后就可以开始下载程序了。Easy 51Pro的界面非常友好，操作简单。在这里，笔者就不再介绍。

笔者要提醒的是，Easy 51Pro不仅支持89S系列的单片机，用户还可以根据需要自己添加单片机型号。笔者在这里只做了关于89S系列的程序，读者可根据笔者提供的源程序自己改动。点击Easy 51Pro下载界面中的“更多器件…”，新打开的窗口如图5所示。

图 5

图6是笔者制作的实物图。

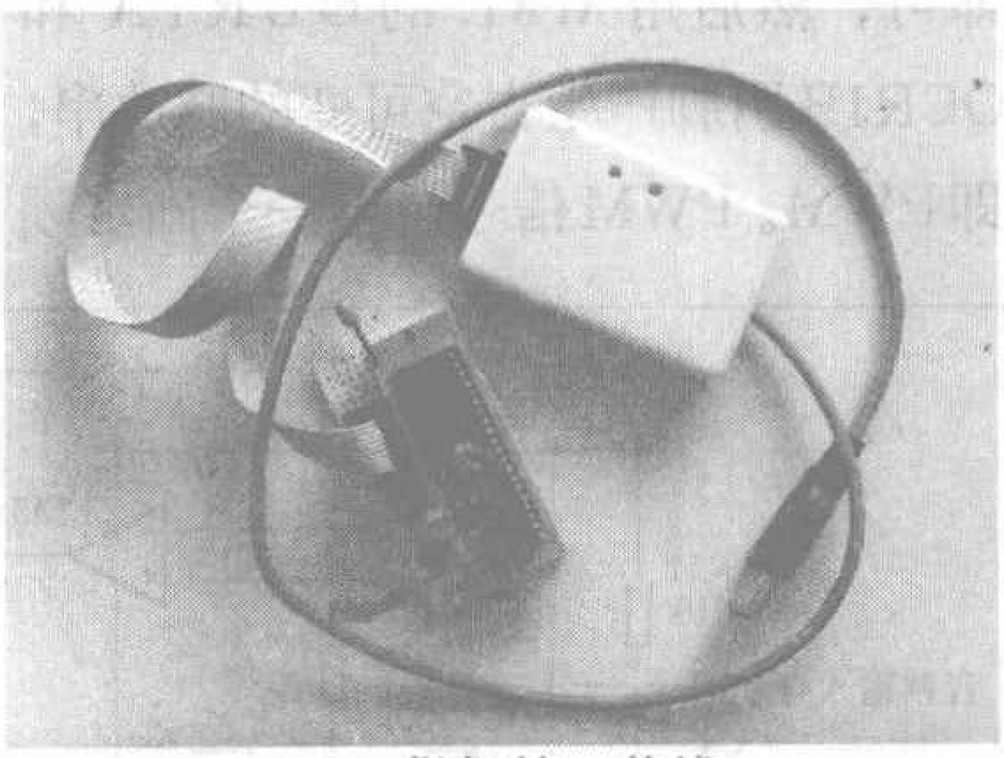


图 6 做好的下载线

本期配刊光盘中有笔者修改好的源程序，如果读者有兴趣，可以参照《Easy 51Pro v2.0宇宙版》里的源程序自己编写，体验一下成功的乐趣。若制作中有问题可通过邮箱与笔者联系：wxbwds168@163.com。

用M8L做小功率数字功放

文/王晓波

数字功放由于其效率高、易与数字音源对接等优点而在现实生活中具有越来越广泛的应用。本文介绍的是一款用单片机ATmega8L（以下简称M8L）制作的小功率数字功放，具有功耗低、成本低、电路简单、音质较好等优点。

一、数字功放原理解析

数字功放，顾名思义就是将数字信号进行功率放大。数字信号通常用“0”来代表低电平，“1”代表高电平，从而组成一连串的方波信号。由于数字信号只有高低电平之分，因此，当用功放管对其进行放大时，功放管完全可以工作在开关状态，而不是放大状态，这样就大大减小了管子静态功耗，提高了效率。

为了实现数字功放，必须将模拟信号转化为数字信号，在这里通过M8L内部自带的十位模数转换器转换即可，然后用M8L的OCR1A和OCR1B引脚产生占空可变的脉冲串，即PWM。PWM信号是以一个固定频率为基础的，为了产生不同的模拟电平，可以通过改变这个脉冲串的占空比实现。要输出高的模拟电平，就增大占空比，反之减小。这样，通过PWM就将模拟信号转换为数字信号。将PWM信号通过功放管进行进一步放大，再通过低通滤波器就可以产生模拟电平了。50%的占空比输出电源电平的一半，75%的占空比会产生75%电源电平。模拟滤波器可以是一个简单的无源的RC滤波器。滤波器滤除频率比较高的PWM信号，留下模拟信号。在用作数字功放驱动扬声器时，如果不是为了特殊的需要，为了最大限度地提高输出功率，可以不用低通滤波器滤波，因为扬声器就像个低通滤波器，它对高频的PWM信号是不会响应的。通常扬声器的响应频率范围为20Hz~20kHz，远小于PWM信号的频率。

二、电路工作原理

电路原理图如图1所示，电路分为四个部分，包括前置放大、A/D与PWM转换、功率放大及滤波等。

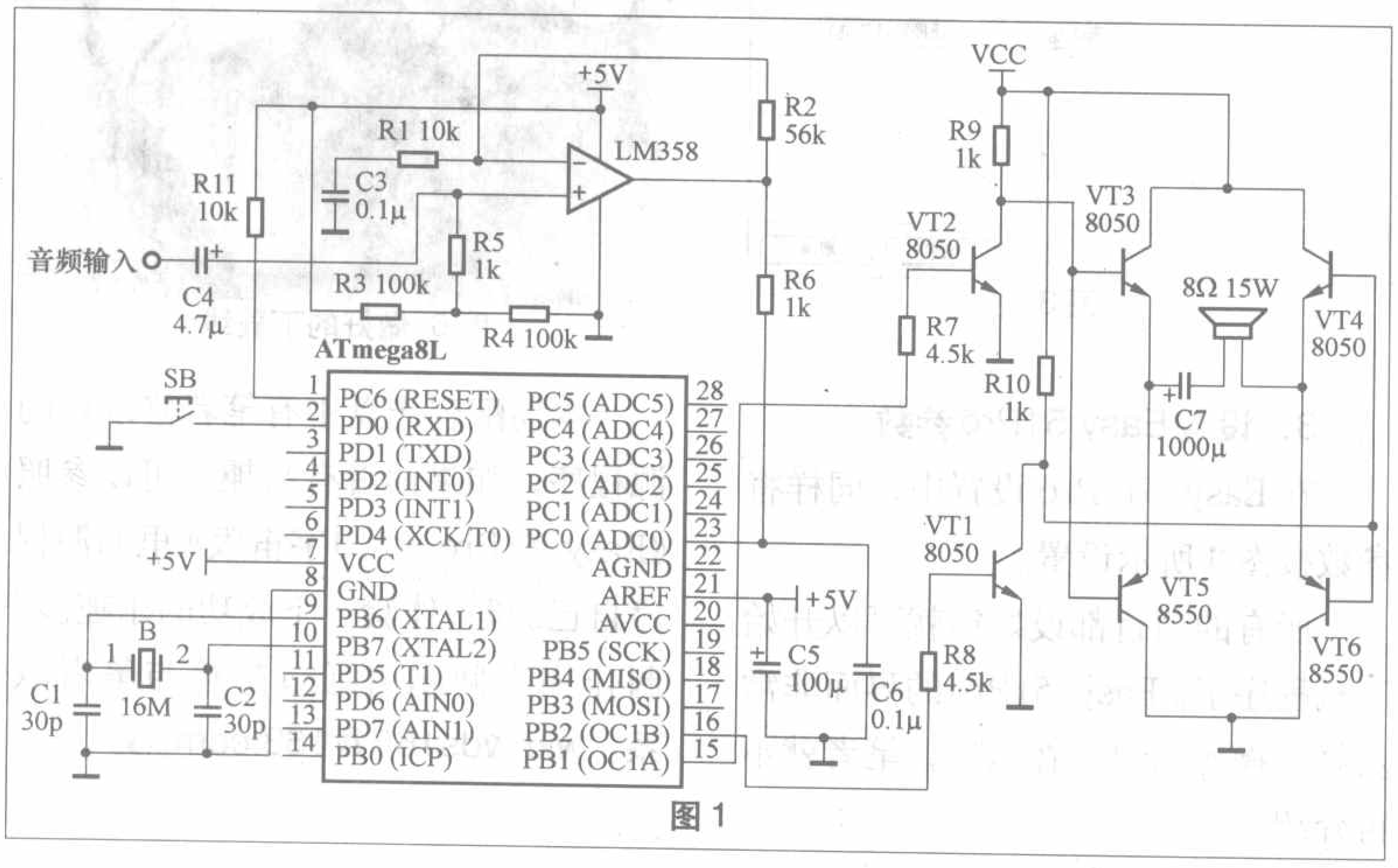


图1

1. 前置放大电路

LM358组成同向放大电路，音频信号从LM358同向输入端输入，放大增益由R2和R1的阻值大小决定，电压放大倍数：$Av=1+R2/R1$。R3、R4和R5组成分压电路，当没有信号输入时，同向输入端的电压为2.5V，经过C4、R2和R1组成的交流负反馈电路，输出端电压仍为2.5V。当有信号输入时，同向输入端的电压随着音频信号的变化而变化，经过C4、R2和R1组成的交流负反馈电路，输出电压$Vout=Vin*Av$。输出信号将以2.5V为轴，上下变动。由于工作电压为+5V，为了保证波形不失真，输入信号的峰值应小于$2.5V/Av$。LM358为单电源双运放，增益频带宽为1MHz，也可双单源工作。LM358的引脚图如图2所示。

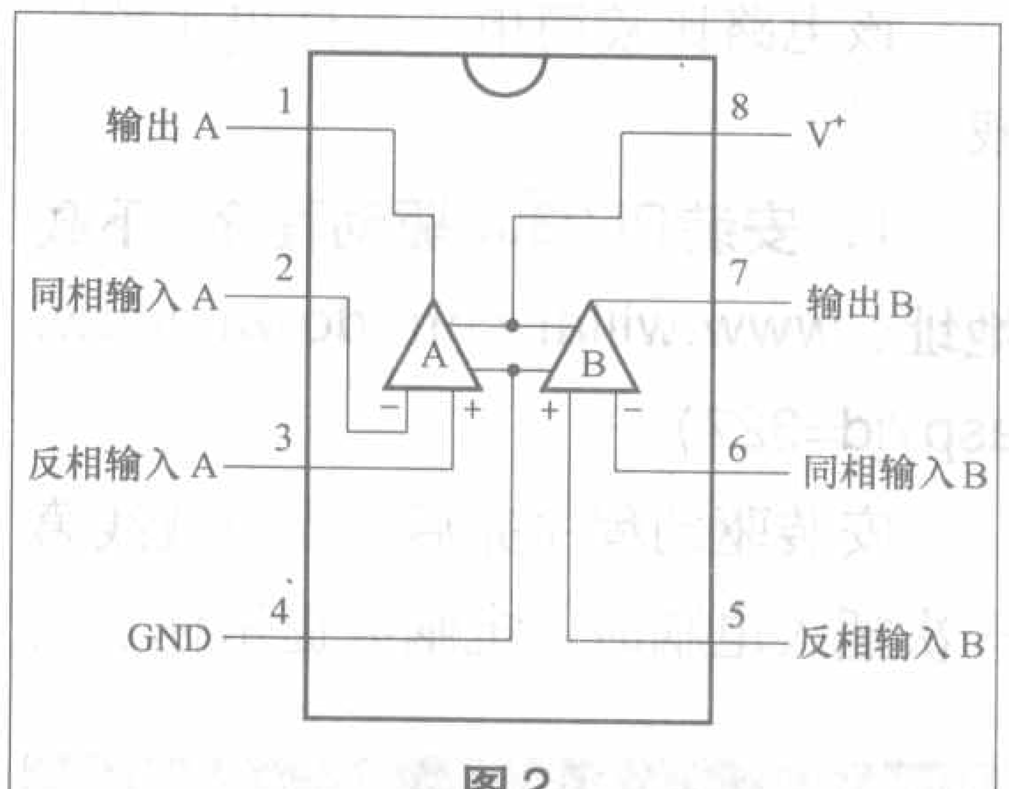


图2

2. A/D与PWM转换

这是电路的重要组成部分，由单片机M8L完成。M8L功能齐全、接口丰富。它有6通道A/D，包括4路10位A/D和2路8位A/D。片中的2个PWM通道可实现任意小于16位相位和频率可调的脉宽调制输出。M8L的

PWM有3种工作模式：快速PWM模式、相位可调PWM模式和相位频率可调PWM模式。本电路采用的是快速PWM模式。M8L内部A/D转换是通过逐次逼近的方法将输入的模拟电压转换成一个10位的数字量。最小值代表GND，最大值代表AREF引脚上的电压再减去1LSB。通过写ADMUX寄存器也可以把AVCC或内部2.56V的参考电压连接到AREF引脚。在AREF上外加电容可以对片内参考电压进行解耦以提高噪声抑制性能。笔者采用的是8倍时钟分频，工作在连续A/D转换模式，每次A/D转换时间需要13个ADC时钟，此时的A/D转换速率为16MHz/8/13=153.8kHz。为了提高ADC的抗干扰能力，ADC使用10位精度采样，然后将得到的值除以4作为OCR1A的值，OCR1B则为OCR1A的补码，即255−0CR1A。

快速PWM模式可用来产生高频的PWM波形。快速PWM模式与其他PWM模式的不同之处是其单边斜坡工作方式。计数器从BOTTOM计到TOP，然后立即回到BOTTOM重新开始。对于普通的比较输出模式，输出比较引脚OC1x在TCNT1与OCR1x匹配时置位，在TOP时清零；对于反向比较输出模式，OCR1x的动作正好相反。由于使用了单边斜坡模式，快速PWM模式的工作频率比使用双斜坡的相位修正PWM模式高一倍。此高频操作特性使得快速PWM模式十分适合于功率调节，整流和DAC应用。高频可以减小外部元器件(电感，电容)的物理尺寸，从而降低系统成本。寄存器配置如下：(COM1A1：COM1A0=1：0)/(COM1B1：COM1B0=1：0)。从两路PWM的产生过程来看，两路的变化是同时的，因而避免了由于两路延时不同所引起的额外损耗。M8L最高工作频率为16MHz，PWM采用8位精度，此时的PWM频率为16MHz/255= 62.7kHz。

PWM的A、B通道初始化采用相同的工作方式，零输入时，ADC采样电压为电源电压的一半，此时得到OCR1A和OCR1B的值都为128，A、B同相输出。而当有信号输入时，A通道的脉宽增加，此时由于B通道的比较值与A通道互补，所以B通道脉宽减少；当有负信号输入时，A通道的脉宽减少，B通道的脉宽增加。由于实现了互补对称放大，此时信号强度将为单个的两倍。

3. 功率放大

由6只常用的三极管组成同相驱动方式实现数字功放功能，从而进一步降低了静态功耗，提高了效率。这种做法的好处就是：只有当PB1和PB2两引脚的电平不相同时，才会引起两只对管（VT3和VT6或VT4和VT5）的导通，相反，当电平相同时，两只对管不导通，电流几乎为零。

4. 滤波

由于M8L内部结构的原因，应在ADC采样前进行低通滤波，这里采用的是RC低通滤波器，由R6和C6组成。另外，最好在AREF引脚与负极之间并接一个阻值较大的电容，用来滤除杂波。

三、软件设计及制作

1. 软件设计

本系统软件由AD中断服务程序、PWM程序、按键操作程序组成。程序流程框图如图3所示。

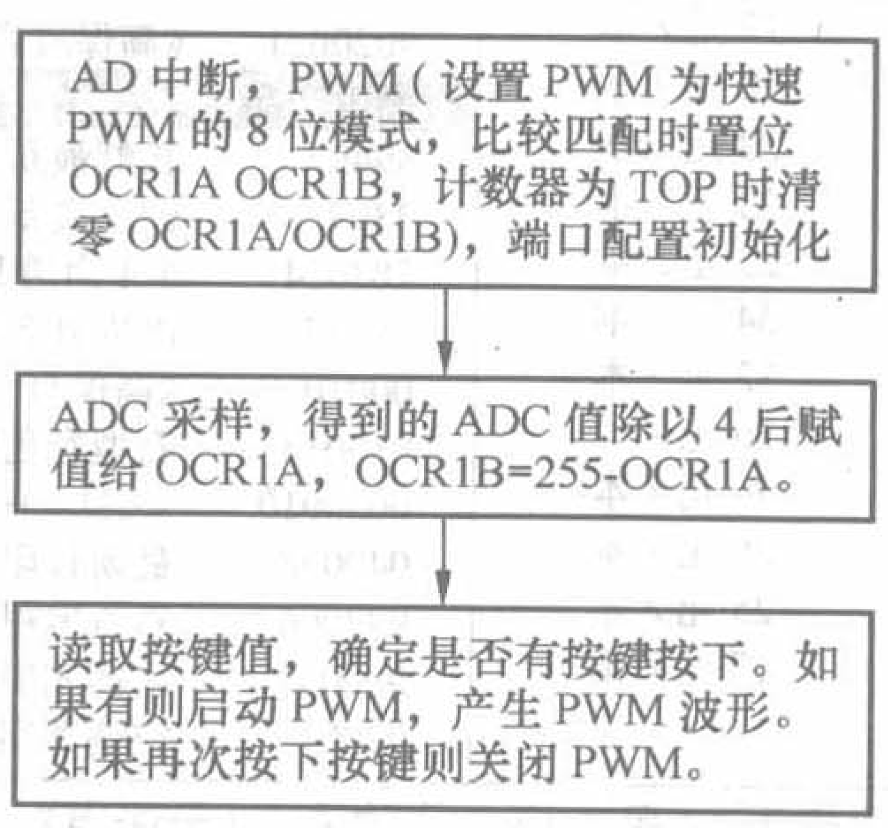


图3

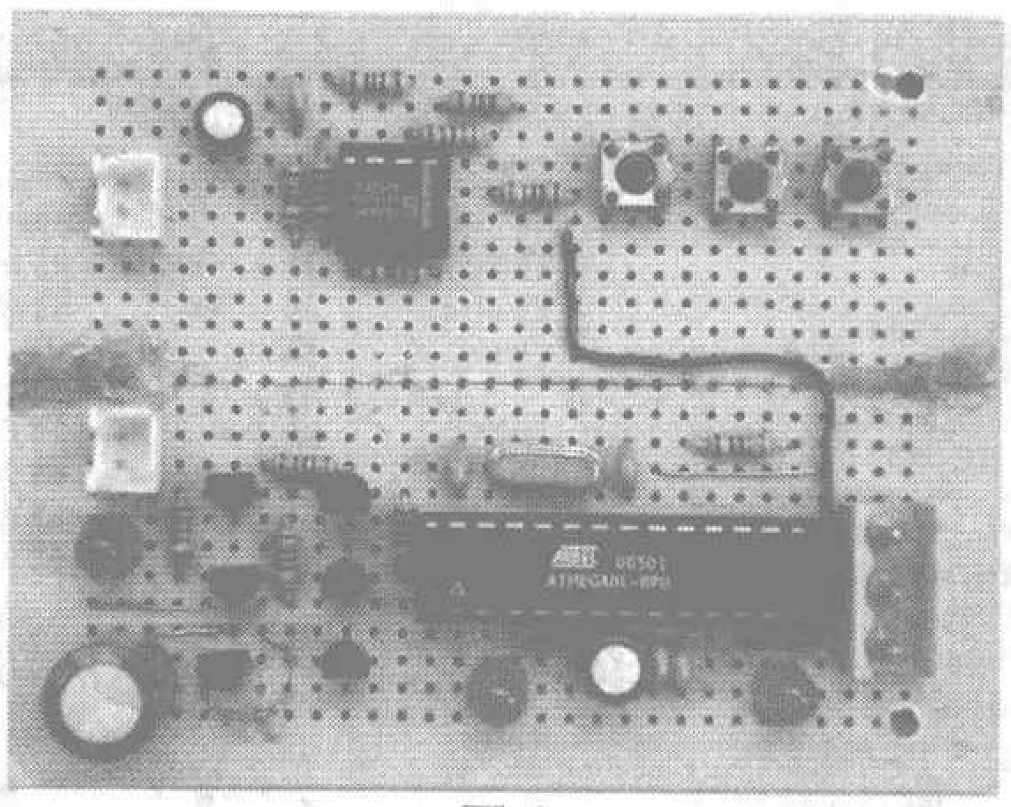


图4

2. 制作与调试

笔者制作的数字功放板如图4所示。

从电路板上可以看出，笔者先将单片机和运放做在了两块独立的板子上，然后拼合在一起。这样做的好处就是：可以先测试运放工作是否正常。在这里，R3和R4的选择很关键，阻值必须相等，这样才会在输出端得到以2.5V为轴线的输出波形，也是整个电路的设计关键。如果手头上有示波器，分析波形再好不过了。本人使用的音源是电脑输出的，幅度较小，因此对其进行了放大，放大倍数为$Av=1+R2/R1=6.6$倍。读者可以根据情况，适当改变。

ATmega8L后缀为L，属于低功耗、宽电压、低速的型号，无后缀的为高速型。通常市售的多为ATmega8L。许多资料都称ATmega8L最大时钟为8MHz，实际上，经笔者测试，16MHz时，也能正常工作。如果用高于16MHz晶振，此时M8L将以低于16MHz的某个频率工作。为了安全起见，如果你的串行下载线性能不是很好，最好不要外挂16MHz的晶振去写程序，否则，将会导致串行编程失败。笔者使用的下载界面见图5，下载线制作方便，USB供电。

改写时应先将熔丝位的低8位的CKSEL3−0全置为“1”，然后点击写入即可，如图5所示。为了单片机工作的稳定性，要在复位脚加一10kΩ的

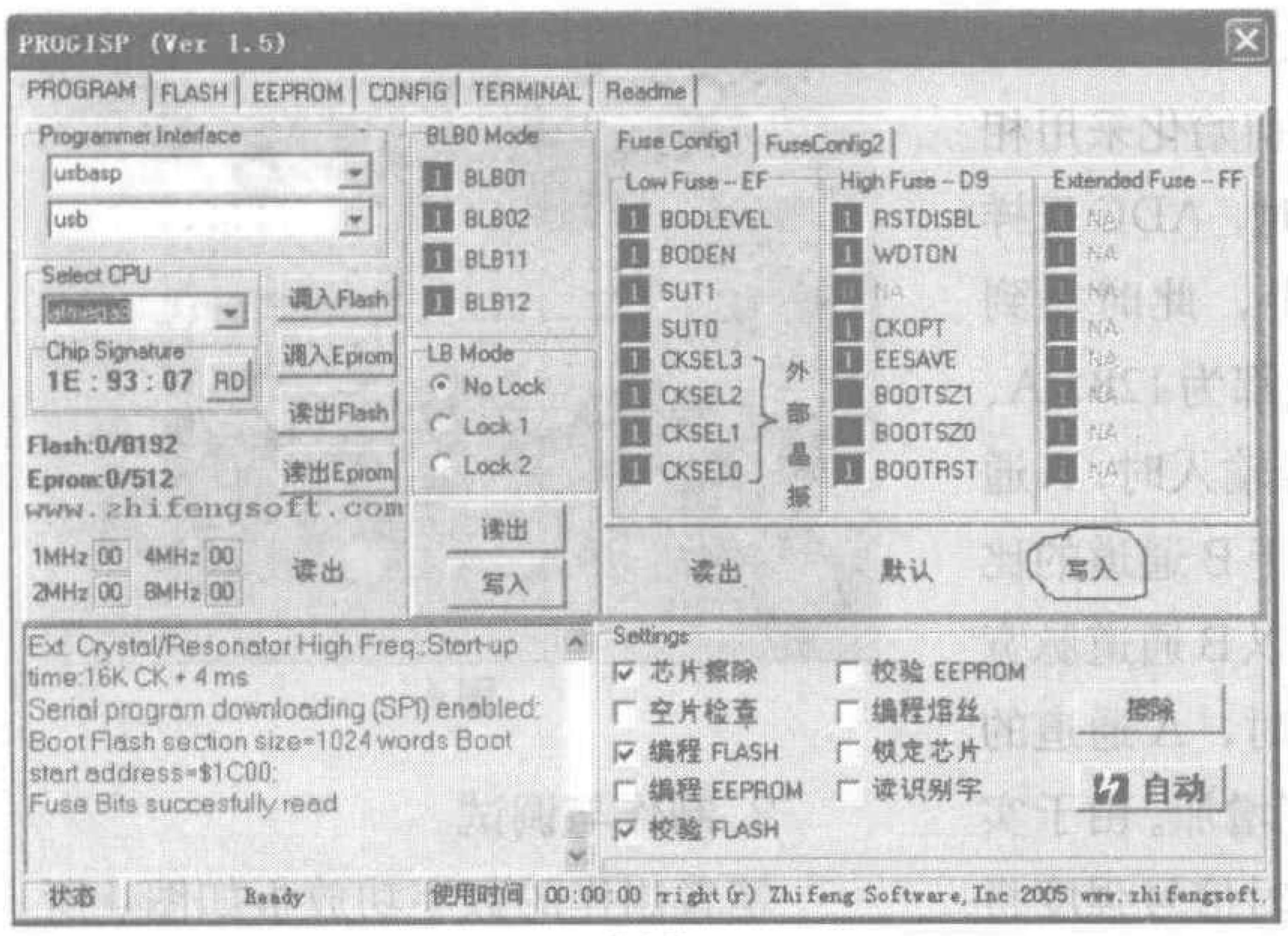


图5

上拉电阻。

程序较为简单，写好程序后，方可通电测试。先断开功率放大部分，在单片机的PB1和PB2脚上接上小功率的扬声器，小于1W即可。测试时外部音源音量应调节适中，否则会产生噪声。读者也可用示波器观察其波形。调节音量大小，如果能听到正常的声音，说明已成功。如果噪声较大，可能是音量较大，或者是运放的增益太大，可适当减小增益。如果没有输出任何声音，说明PWM没有产生，应检查一下程序，PWM的控制字是否设置正确，A／D转换是否打开。

测试功率放大部分最好的办法就是用随声听里面的3V直流电机。先去掉输出电容C7，

直接接上电机，用+5V供电。用手捏其中一输入端，观察电机的转向，再用手捏另一输入端，观察电机的转向。如果两次转向正好相反，说明工作正常。如果没有或只有一路工作，应检测对管是否损坏。

电源分为两个部分，M8L和，LM358采用+5V供电，功率放大部分电源VCC除了可以共用电源外，还可以使用高于+5V的独立电源，这样可以进一步提高输出功率。SB为播放和停止开关。

通过笔者测试，共用电源时，电流随着音乐的节奏而变化，在音乐不失真的情况下，最大电流不超过150mA。静态时，电流约为20mA。此时单片机的能耗是主要的。功率放大部分电源VCC使用+8V电源工作时，功率放大部分的最大电流为80mA，此时输出音量与本人用TDA2003制作的功放电路相当。而TDA2003功放电路的电压为12V，电流为150mA左右。通过比较可知，数字功放的效率要比模拟功放的高很多。

本期配刊光盘中有完整的源程序，供读者参考。源程序是在ICC集成环境下编译的，生成的HEX文件可以直接烧录到M8L中。

《无线电》杂志社推荐书目

品牌推荐 89488 《无线电》2001-2005年合订本（2CD-ROM） 邮购价：40元／套

新书上架		邮购价
15709	看图学修电磁炉	26元／本
15940	实用无线电遥控电路	34元／本
15693	怎样识别和选用集成电路	22元／本
15515	电动自行车电气故障诊断与维修	17元／本

畅销图书		邮购价
15129	触摸屏与PLC入门	35元／本
15195	监控组态软件和PLC入门	37元／本
15231	新编电工实用线路200例	20元／本
14091	《无线电》家电维修精汇	35元／本
14021	无线电问与答精汇	41元／本
13545	无线电制作精汇（2）	38元／本
13544	无线电元器件精汇（第2版）	38元／本
13424	无线电识图与电路故障分析轻松入门(第二版)	35元／本
13435	无线电元器件检测与修理技术轻松入门(第二版)	35元／本
14260	例说8051	39元／本
15197	零起步轻松学电子测量仪器	22元／本
15127	数字电视知识解读	28元／本
14781	图解电力拖动系统电路	22元／本
15615	怎样识别和检测电子元器件	23元／本
14427	怎样看数字电路图	23元／本
12537	看图学电工技能	34元／本
12337	电子节能灯与电子镇流器的原理和制造	32元／本
11814	识读无线电电路图快速入门	26元／本
11826	彩色电视机单元电路应用与维修手册	44元／本
11819	无线电遥控组件及其应用电路	26元／本
12263	通用集成电路的选择和使用	25元／本
06131	怎样看无线电电路图(修订本)	17元／本

强势品牌		邮购价
2-75	《无线电》杂志及增刊	
2003-2006年第1～12期，2007年第1～12期		6.8元／本
9020052	《无线电》2005年增刊	28元／本
2003年增刊	大屏幕显示器电路解说及维修方法	28元／本
2002年增刊	国产彩色电视机电路解说及维修资料	25元／本
2001年增刊	进口彩色电视机维修资料	28元／本
2000年增刊		6元／本
《无线电》合订本		
14164	2005年上册 28元／本 14165 2005年下册	28元／本
12887	2004年上册 28元／本	
11940	2003年上册 28元／本	
11854	《无线电》2006年合订本上册	28元／本
11855	《无线电》2006年合订本下册	28元／本
82-590	《高保真音响》	
2003-2005年部分期，2006年第1～12期，2007年第1～12期		15元／本
9020021	《高保真音响》2002年增刊	28元／本

光盘产品		邮购价
89497	长虹最新彩电电路图集（2CD-ROM）	40元／套
2399	创维最新彩电电路图集（CD-ROM）	40元／套
788024	5.1声道DVD质量样版试机碟（1DVD）	38元／盘
68147	国内外名厂扬声器资料汇萃（CD-ROM）	40元／套
00010	《高保真音响》1994-1998年合订本（4CD-ROM）	110元／套
010013	新型彩色电视机原理与维修（15VCD）	300元／套
0030910	VCD/DVD视盘机原理与维修技术讲座（10VCD）	200元／套
040038	最新打印机工作原理及检修（4VCD）	80元／套
990006	彩色电视机实用维修技术（8VCD）	144元／套
990004	冰箱实用维修技术（4VCD）	72元／套
020015	空调器实用维修技术（6VCD）	108元／套

邮购方法：请将购书款汇至北京市南区崇文区夕照寺街14号A座，收款人：《无线电》杂志社，邮编：100061，请在汇款单附言中注明书号及册数（如购买杂志请注明年份及期数，如要挂号购买杂志请另加3元挂号费），联系电话：(010)67134097-24。

用单片机为电饭锅做“手术”

文/任 鹏

在现代家庭中，电饭锅是我们常见的炊具之一。然而，在使用的过程中，它的不足之处也日益凸显出来：火力大小无法调节。我看到电磁灶的功率可大可小，便萌生了让电饭锅也变得智能化的设想。单片机的出现让我找到了解决方案。现在，我终于使在我家服役了七年的老电饭锅重新焕发出青春的活力。现在，我愿意把“手术”的经过告诉大家。

“手术”原理

在“手术”之前，让我们来看一看原理图。

图1所示的是整个电路里面最核心的部分，由单片机AT89C2051实现按键操作的判断及电饭锅功率大小的控制。在这里，我设计了4挡火力，分别为猛火、武火、文火、微火，功率大小依次降低。为了突出人性化操作的理念，我还用4只颜色不同的二极管来表示火力的大小。P3.1是我特别增加的循环火力按键，按下这个键后，4挡火力会循环工作。

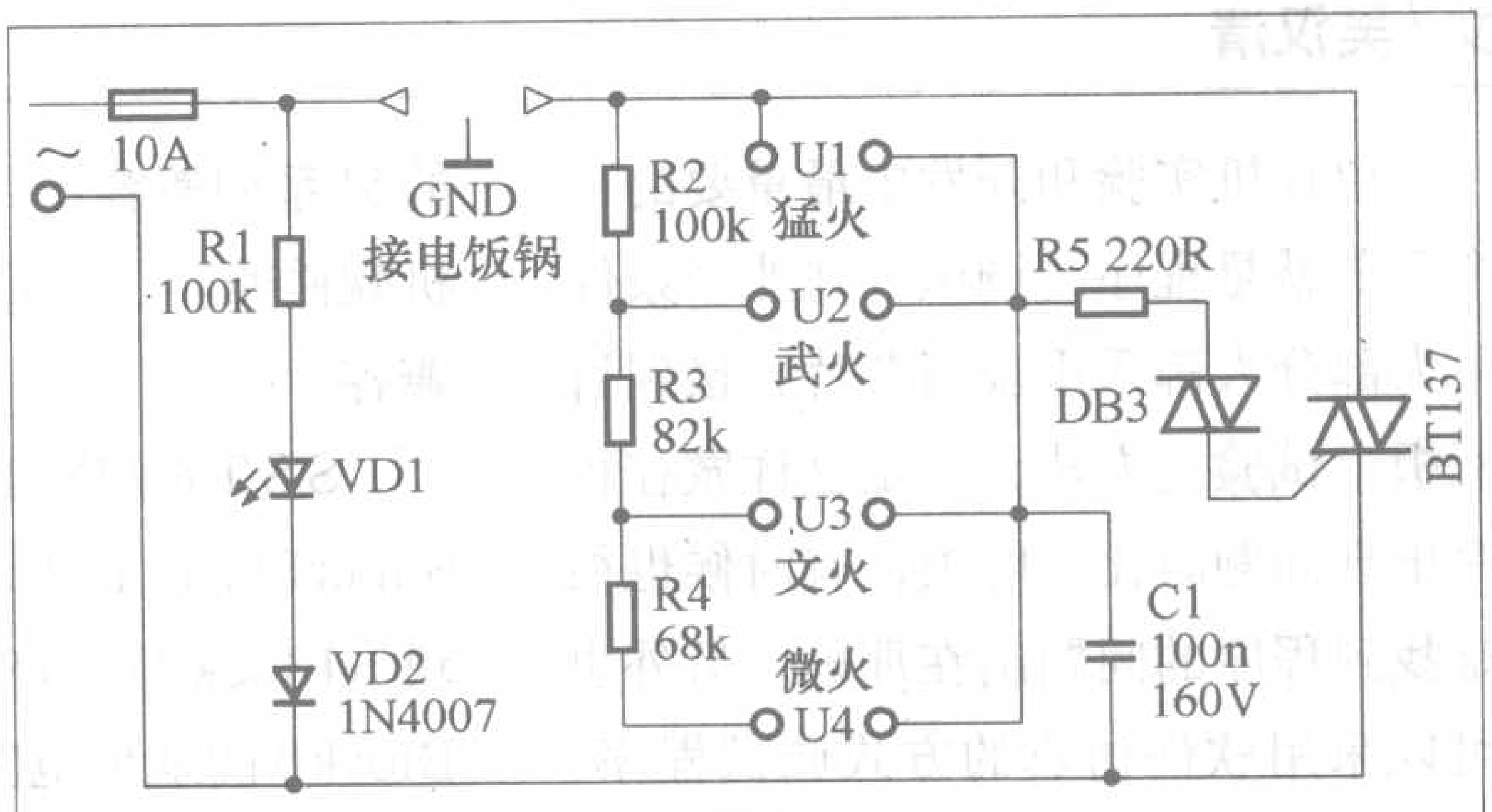


图2

图2是功率控制电路图，通过改变晶闸管的导通角来调节电饭锅的功率大小。为了解决此款控制器的电源问题，我可没少下功夫：用电源变压器吧？体积太大；用电容降压吧？输出功率又小得可怜。后来我想起了本刊2004年第8期第47页的《两款常用的高压稳压器》一文，其中SR036S的应用电路结构简单，体积也比较小，正好可以借鉴来使用，这可真是“踏破铁鞋无觅处，得来全不费工夫！”大家可以参考一下，如果你实在买不到SR036S，那就只好用电源变压器了。

“手术”过程

首先把程序烧录到单片机里，把它插到电路板上，然后制作一个小盒子，将电路板安装进去，同时安装一个三孔插座，最后将电饭锅的插头插上即可。至此，“手术”已完成得差不多啦，至于操作面板和二极管的安装那就要看你的个人喜好了。

使用说明

“手术”完毕后，将电源接通，你应该能听到蜂鸣器长鸣1.5s左右。当你需要焖米饭时，按下“猛火”键，同时按下电饭锅上的按键，也就是那个“舌头”，电饭锅即开始用最大火力工作；当“舌头”跳起时，按下“米饭”键，一刻钟之后会听到蜂鸣器再次长鸣1.5s，这时你就可以享用了。那么，剩下的按键，我想不用细说你也会操作了。本期配刊光盘中有源程序及可烧录HEX文件，同时还有Proteus 7.1 SP2的仿真文件。

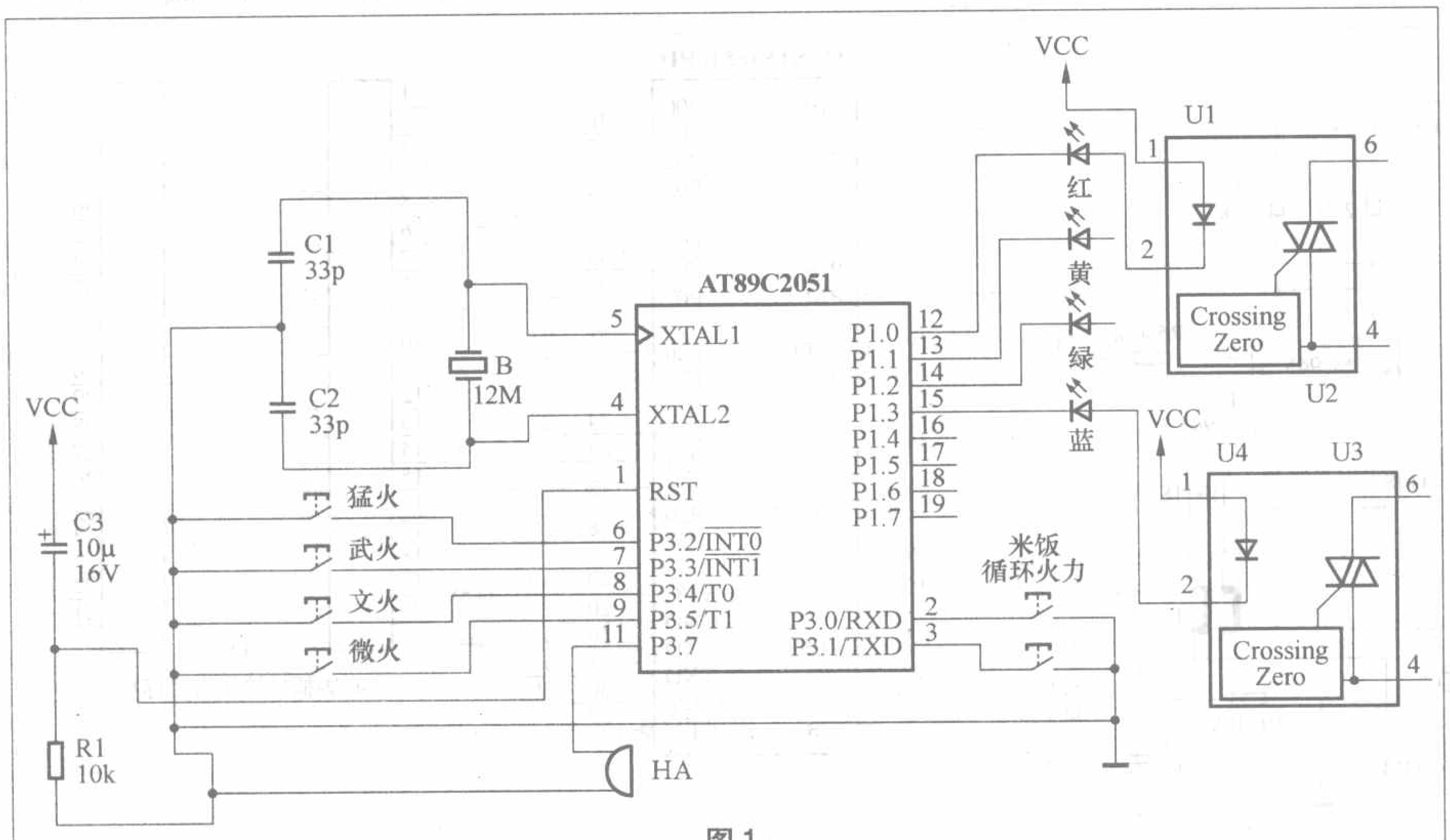


图1

单片机开发工具DIY

用SST89E516RD自制51单片机仿真器

文/吴汉清

单片机实验和开发中最重要的一个环节就是程序的调试，在业余条件下大部分人都采用烧写芯片直接到目标板上试验的方法，但是这样做在程序出现问题时比较麻烦，有时候也很难找到程序的问题出在那里。另外也可以采用软件仿真的方式调试程序，但是这种方式也有局限性，软件仿真有时候并不能完全代替实际使用环境。因此单片机仿真器成了程序调试中一个重要的设备。但是在业余条件下很少有人使用价格比较高的仿真器。为解决这一问题，本文介绍一种用SST公司的单片机SST89E516RD做的基于MCS-51架构的简易51单片机仿真器，它支持与MCS-51架构兼容的芯片，成本只有20多元，很适合业余爱好者制作和使用。

一、单片机SST89E516RD简介

SST89E516RD是8位集成存储器的51系列兼容单片机，和51系列单片机软件兼容、开发工具兼容、管脚也兼容。

SST89E516RD片内有两块SuperFlash EEPROM，分为64K主块（Block0）和8K次块（Block1）。Block0的地址范围是0000h～ffffh；Block1的地址范围是10000h～11fffh。做仿真器时Block1存储区烧写SoftICE仿真监控程序。

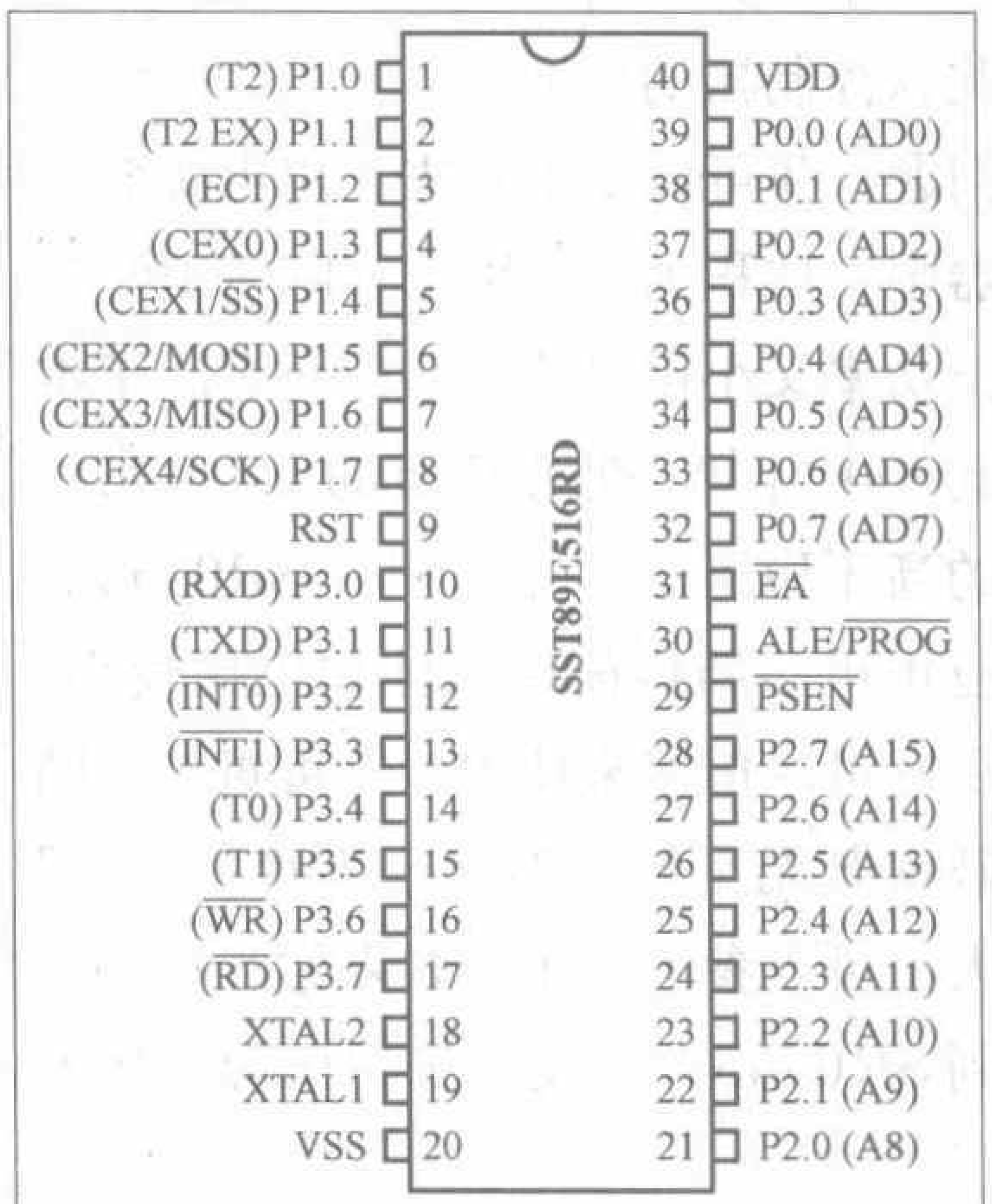


图1

SST89E516RD具有在应用可编程（IAP）和在系统可编程（ISP）的功能，其中IAP是通过串口实现的。

仿真器就是利用了SST89E516RD的IAP功能。由于SST89E516RD具有两块独立的SuperFlash程序存储区，当监控程序在Block1存储区中运行时可以改写Block0程序存储区中的程序，这就是仿真器的基本特性。

SST89E516RD的引脚图见图1。更详细的资料见本期配刊光盘。

二、仿真器电路和工作原理

仿真器的电路见图2。仿真器通过计算机的一个串口与Keil μ Vision2集成开发环境进行通信。VT1、VT2、VD1、VD2、R1～R5等组成电平转换

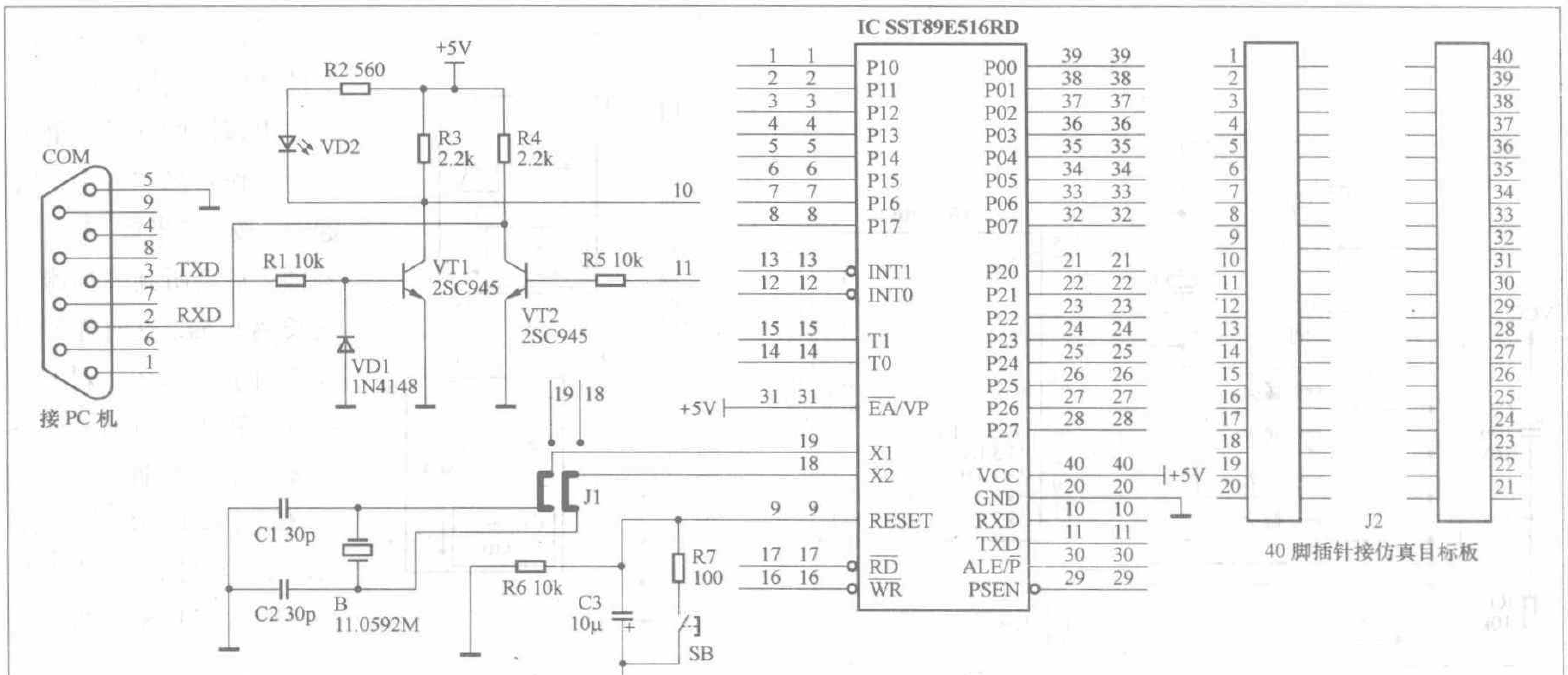


图2

电路，其中发光二极管VD2作串口通信信号指示。

单片机SST89E516RD和晶振电路、复位电路一起组成单片机最小系统。SST89E516RD的引脚分别接在40脚的插针上，应用时40脚的插针插在目标板的单片机插座上。仿真器可能通过跳线的方式选择仿真器上的晶振或目标板上的晶振。仿真器使用目标板上的电源。

仿真器的工作过程就是在调试过程中随时对程序进行修改，来达到单步运行、跨步运行、断点运行和全速运行的目的。在通过Keil μ Vision2集成开发环境进行仿真时，需要调试的单片机程序目标代码通过串口被传送给监控芯片，并由监控程序烧写到监控芯片的Block0程序存储器中。在仿真调试过程中，监控程序可以随时改写被调试的程序来设置单步运行、跨步运行、断点运行。程序暂停执行后，在集成开发环境中可以观察单片机RAM、寄存器和单片机内部的各种状态。

三、仿真器的制作

为了避免制作双面印制电路板的麻烦，仿真器可用万能电路板安装。单片机使用IC插座安装。

仿真器的监控芯片SST89E516RD中要预先烧写监控程序，SST公司为部分SST89类单片机提供了仿真监控程序，但其中不包括SST89E516RD的监控程序，由于SST89E516RD和SST89E564RD兼容，因此可以用SST89E564RD的监控程序代替，SST89E564RD监控程序的下载地址为：www.sst.com/products/software_utils/softice/index.xhtml，下载网页软件列表中的SoftICE_564.zip文件，解压缩后即可得到SoftIce564.hex目标文件。用能够烧写SST89E516RD芯片的编程器将SoftIce564.hex目标文件烧入Block1程序存储区。烧写时注意两点：1.加载目标文件时缓冲区开始地址要改为10000；2.加密位SB1、SB2、SB3和配置位SC0等都不要勾选。只有这样才能正常使用IAP功能。如果自己没有可用的编程器，可在购买单片机芯片时请商家代写，现在网上也有已烧写好监控程序的SST89E516RD芯片出售。

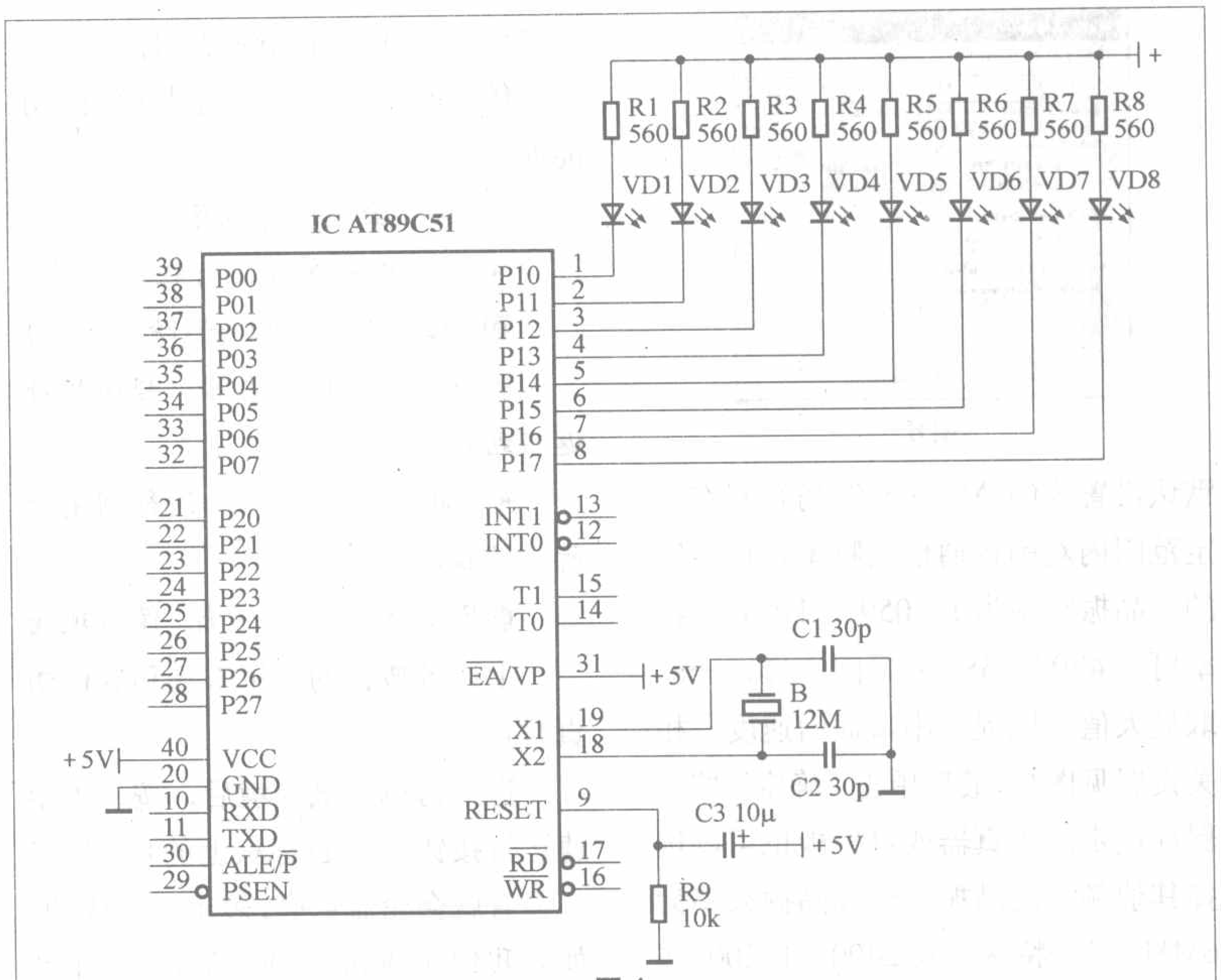


图4

制作中40脚插针和IC插座焊接是一个难点，先焊接好40脚插针，然后在其对面即铜箔面焊接IC插座，IC插座除18、19脚要接跳线外，其余各引脚焊接在插针的对应焊点上。仿真器到串口插头的连线可使用双芯屏蔽线，其中屏蔽层作接地线。如果没有屏蔽线也可以用三根导线作连线。

制作好的仿真器照片实物见图3。

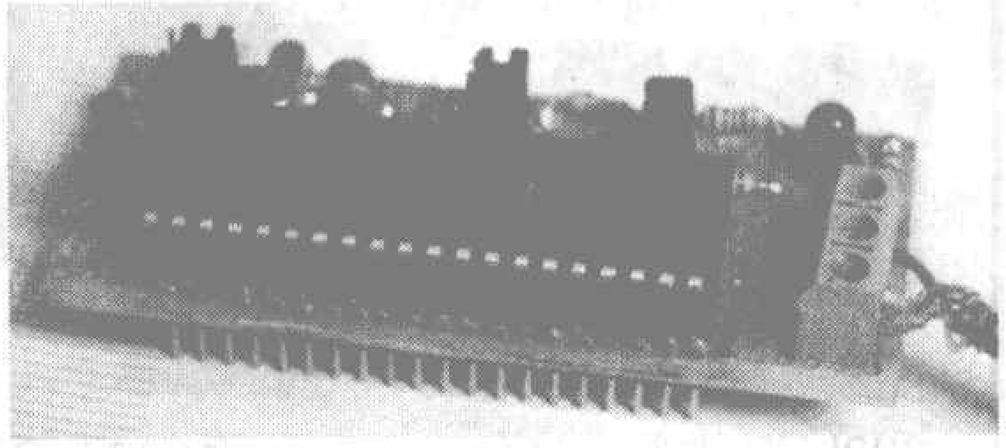


图3

四、使用Keil μVision2 进行仿真调试

仿真器做好以后就可以配合Keil μVision2进行仿真调试，笔者为仿真调试建了一个项目test.Uv2，在本期配刊光盘中，这是一个流水灯的程序，对应的单片机目标板电路见图4。项目中有关仿真器的选项都已设置好。如果自已建项目进行设置，则相关设置过程如下：

在菜单Project中选择Options for Target ‘Target1’，在“Options for Target ‘Target1’”对话框的Debug 页面里，选择“Use：KeilMonitor-51 Driver”。相关设置见图5。

然后单击“Settings”选择要使用的计算机串行端口。Keil μ Vision2

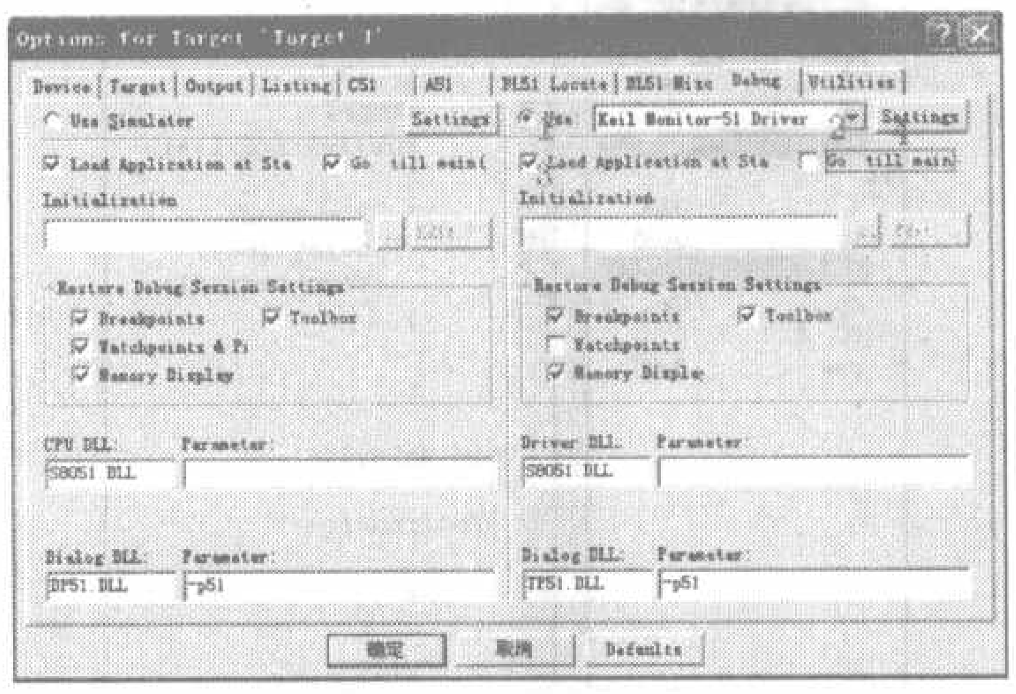


图5

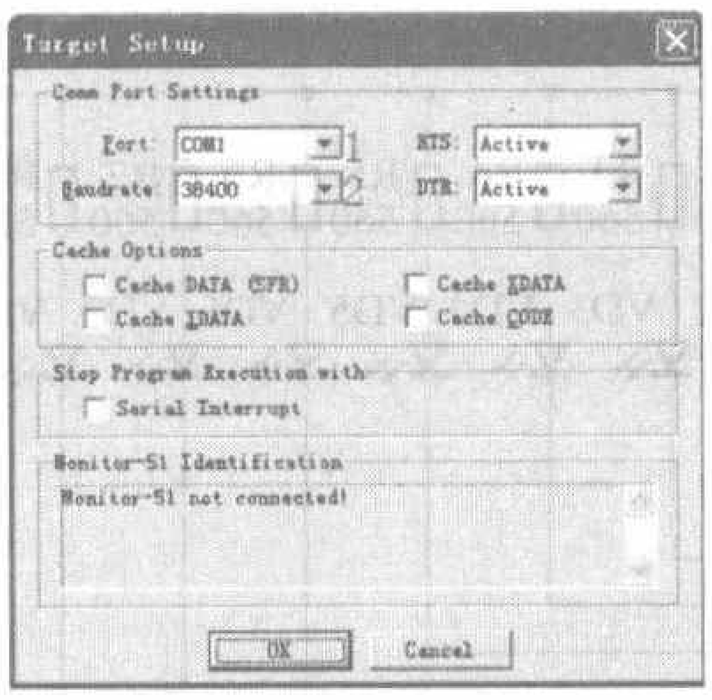


图6

默认设置为COM1/9600。仿真器在一定范围内对串行通信波特率是自适应的，晶振频率为11.0592MHz时波特率可在4800～38400之间选择，一般取最大值，以提高串口通信速度。相关设置见图6。最后单击“确定”按钮保存设定。仿真器或目标板也可以选择其他频率的晶振，比如晶振频率为6MHz时波特率可在2400～19200之间选择。如果使用目标板上的晶振，波特率要根据目标板上的晶振频率确定。

打开项目test.Uv2，完成上述设置后就可以进行仿真调试了。先单击工具栏上的Build target按钮编译项目，编译成功后将生成目标代码。将仿真器按正确的方向插在目标板上，串口和计算机连接好后接通目标板的电源，按一下仿真器的复位键SB，再单击Start/Stop Debug session按钮，启动仿真调试环境，这时目标代码将被自动下载到仿真器的Block0用户程序空间。连接成功会后出现如图7所示的画面，连接过程中我们会发现发光二极管VD2在闪烁。连接不成功

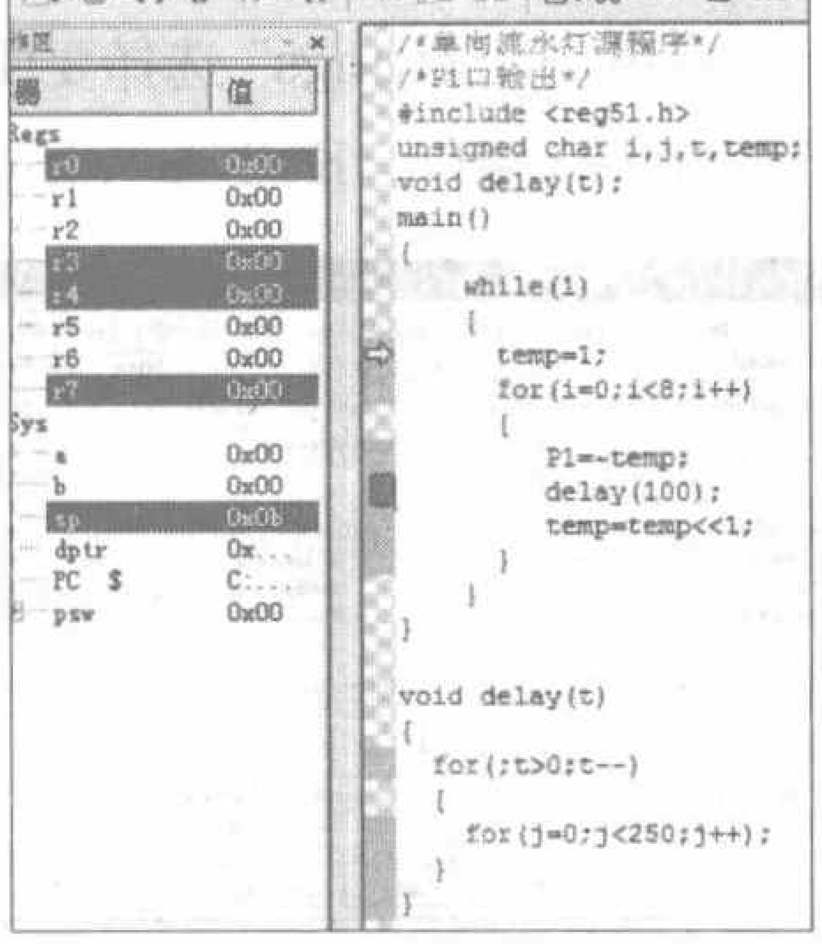


图7

时请检查软件设置和硬件电路。

仿真时使用的主要调试按钮的功能如下：

Run：全速运行程序

Step into：单步运行程序

Step Over：跨步运行(跨越函数)

Reset：复位仿真器，程序指针返回到开始地址

Run to Cursor Line：运行到光标所在的程序行

Stop/Halt：停止运行，保留现场

上述各按钮的使用方法和软件仿真时相同。

进入仿真调试环境后，按一下全速运行按钮，目标板上的8个发光二极管就会轮流点亮，表示运行成功。如果我们在delay(100)前插入一个断点，按一下全速运行按钮你会发现程序运行到断点后停止向下执行，只有第一个发光二极管点亮；再按一下全速运行按钮，刚轮流到第二个发光二极管点亮，以此类推。退出仿真时，请先按仿真器的复位键，然后再点一下按钮，就回到编辑模式，修改程序后重新编译，可以再次进入仿真调试环境。注意每次进入仿真调试环境前都要先按一下仿真器的复位按钮SB。

使用仿真器时请注意下面两点：

1.仿真器占用了仿真单片机的串行通信接口和用作波特率发生器的定时器2的资源，只有在全速运行时才释放这些资源，因此当目标板使用这些资源时就不能进行单步、跨步、断点等运行。这也是这个仿真器的一个不足之处。

2.仿真器监控芯片的SuperFlash EEPROM擦写寿命一般为每个存储单元1万次，而每一个单步执行都将擦写一次存储单元，因此应尽量少使用单步执行，多使用断点、跨步、断点和执行到光标行等节省擦写次数的功能，以延长仿真器的使用寿命。

第11期“单片机入门制作专题”预告

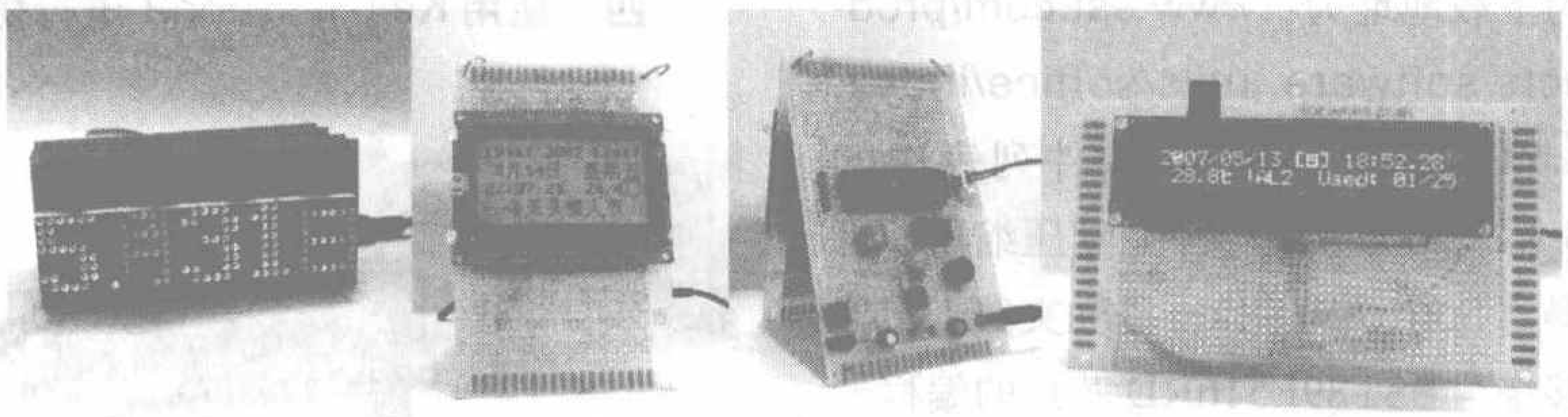
文/编辑部

下一期的《无线电》杂志精心准备了一组专门为单片机入门者撰写的精彩文章，作者的亲身经历和自制的实用美观的电子钟将为你开启一段轻松有趣的单片机之旅。

所有制作都提供了电路原理图、元器件采购清单和完整的源程序，并有详细的制作过程，即使你不懂单片机编程，只要会用电烙铁就可以做出和作者做的一样漂亮的电子钟。

读者中除了初学入门的“菜鸟”，也有很多久经沙场的高手，如果觉得这些制作太简单，没关系，每个电子钟我们都为聪明的你准备了一个“练武场”，供大家发散思维——在原有基础上增加新的功能，欢迎各路英雄豪杰积极参与！

这些可爱的电子钟包括：



3208LED点阵电子钟　12864LCD电子钟　2402LCD电子钟

成本仅百元的USB接口虚拟示波器

文/孙红生 凌 海

笔者在本刊2007年第5期介绍了一种连接在计算机并口上的简易虚拟示波器，文章发表后，很多热心读者反映最好是开发一种使用USB接口的虚拟示波器，这样更符合潮流，而且具有不用担心热插拨可能给计算机带来的损害，无需额外提供电源的优点。

为此笔者经多方面查找资料，决定采用MICROCHIP公司的USB单片机PIC18F2550制作一个USB接口的虚拟示波器，PIC18F2550是一款采用纳瓦技术的28引脚高性能增强型闪存USB单片机，拥有32KB闪存，2KB RAM，256字节EEPROM，3个外部中断，4个定时器模块（Timer0到Timer3），2个捕捉／比较／PWM（CCP）模块，其USB接口兼容USB V2.0，支持低速（1.5Mbit/s）和全速（12Mbit/s）数据传输，支持控制、中断、等时和批量数据传输模式，特别是内置有10路10位模数转换器，非常适合做简易虚拟示波器。PIC18F2550的数据手册可到www.microchip.com.cn下载。

本示波器与常见的示波器比较，最大的特点是可以定量地给出信号的各种参量，比如最大、最小值和频率等，无需使用者再去数格子，然后还要计算。当前市面上的USB接口虚拟示波器最便宜的也要1200元以上，而本示波器的成本基本可以控制在100元左右，其中不包括示波器探棒，特别适合于学校教学实验以及无线电爱好者日常制作的需求，在学校教学中可以直联投影机，使全体学生都可以远距离看到信号波形的演示。

性能指标

这里介绍的示波器采样频率比并口示波器略高，同样支持直流测量，可以定量测量信号，主要技术指标如下：

采样频率：323.53kHz、100kHz、50kHz、20kHz、10kHz、5kHz、2kHz、1kHz 8挡可调，本机测量的信号频率应在70kHz以下。

最高输入电压分两挡：±2.5V，±12.5V，如果接入10:1示波器探棒，最大输入电压可达±125V。

输入阻抗：1MΩ。

供电电压：无需外部供电，直接从PC机的USB口取电。

触发范围：0%～100%。

接口：USB接口。

图1、图2所示分别为2.4576MHz晶振128分频后19.2kHz方波和50Hz市电显示情况。

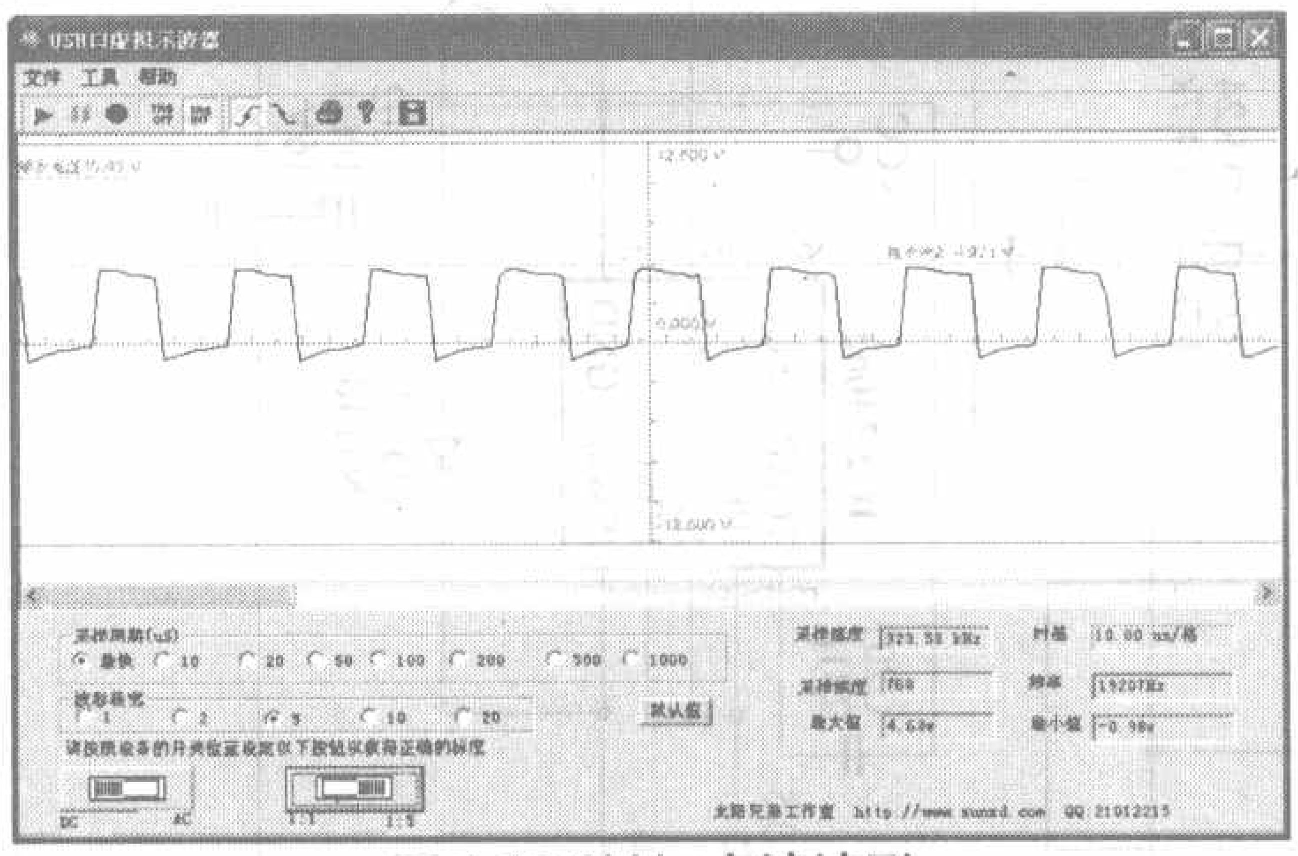


图1 19.2kHz方波波形

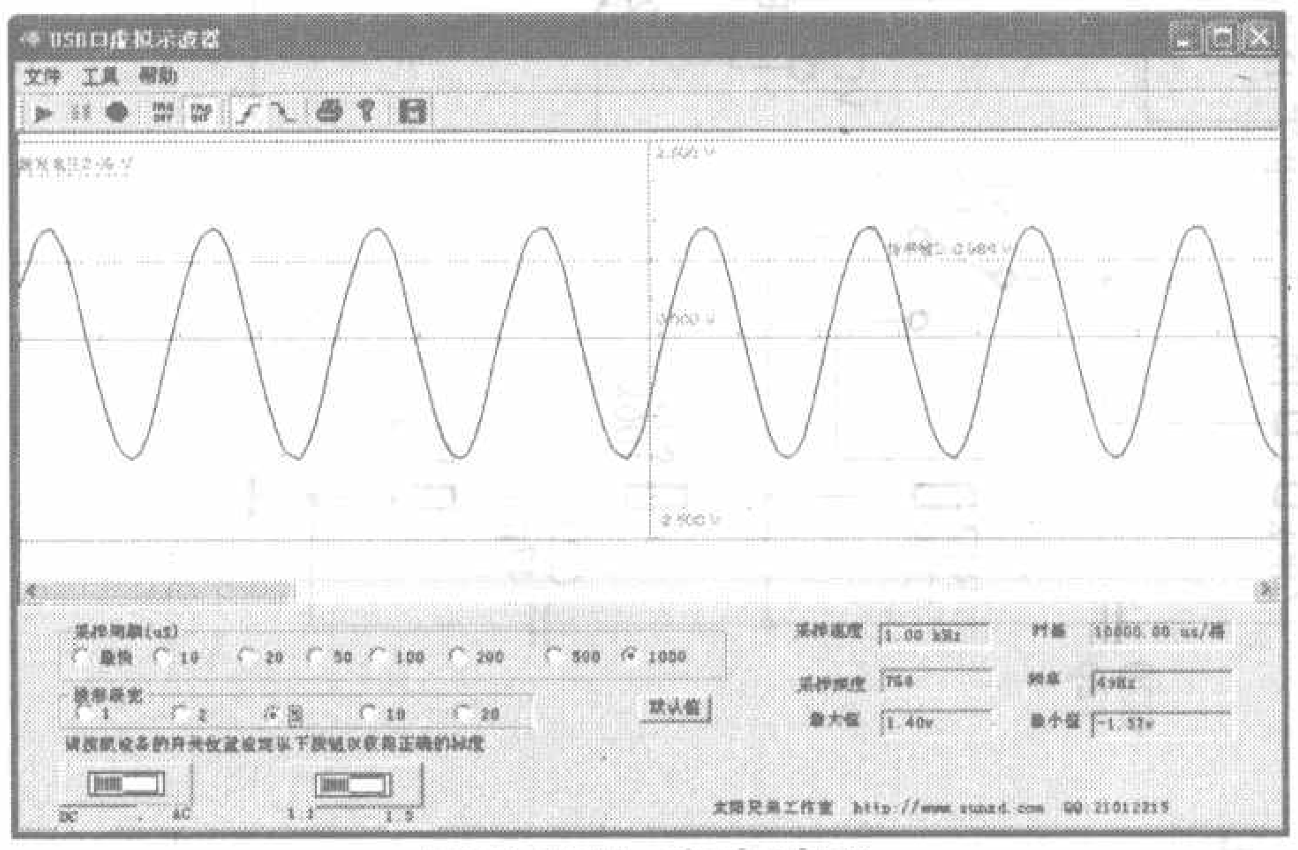


图2 50Hz市电波形

电路原理

电原理图见图3，从图中可以看出电路的输入信号调理部分和信号转换部分与并口示波器相同，R10、R11、R12、R13、R14、C19、C20和C21构成输入交直流切换和衰减网络，提供交直流输入切换和1：1、1：5的输入信号切换功能；TL074中的一个运放U1A和其周边元件构成一个跟随放大器，提供了输入保护和阻抗转换功能；TL074中的另一个运放U1B构成一个正相放大器，提供-2.5V～+2.5V向0～2.5V的转换功能，同时依据实际操作的经验，取消了不实用的外触发部分，简化了电路。电路的主体部分以PIC18F2550为核心，PIC18F2550与周边电路共同构成了模数转换采样和USB接口部分，其中TL431和接在其阴极的200Ω电阻构成了一个2.5V电压基准，供单片机作为模数转换和运放电平转换的电压基准。由于USB仅能提供5V电源，不能满足前两级运放的工作条件，为此采用一片34063构成了5V～-5V的转换电路供运放使用。

制作调试

读者可以根据自已能找到的外壳的实际情况参照电原理图自行设计印制电路板，图4为笔者在单面PCB上安装完成的电路板，布局与并口示波器基本相同。图5为使用工业标准外壳组装完成后的照片。

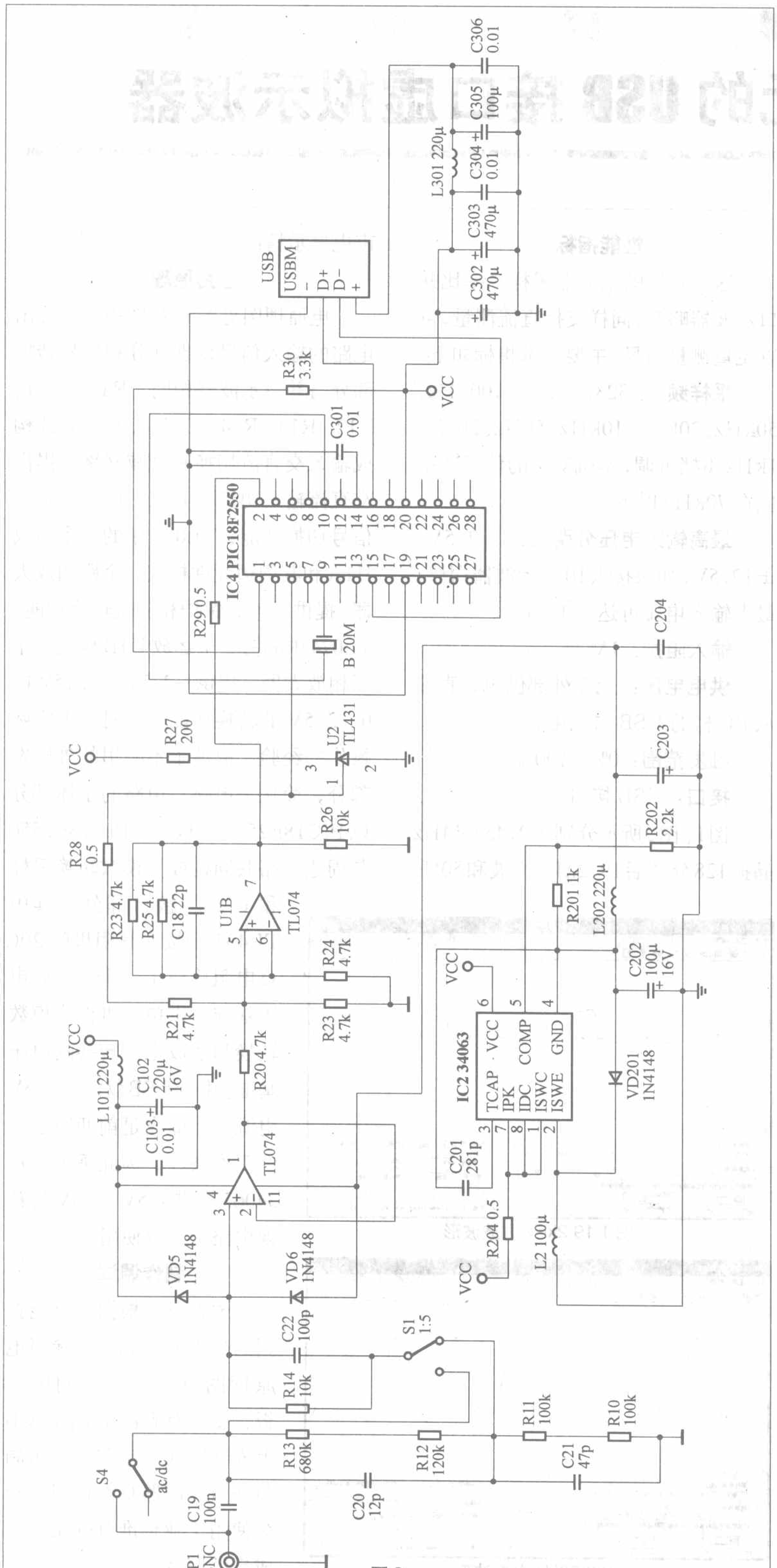


图3

插座用于接入标准示波器探头，也可以自制简易探头，图5中的探头就是笔者使用标准BNC插头加上一个从旧万用表笔中拆出的探针组装了一个探头，这样手持示波器即可对电路进行测量，图6为插头内部构造照片。左边的拨动开关用于直流、交流输入转换，右边的拨动开关用于1：5衰减切换，右上侧为USB接口，图中的两个跳线主要是用于减小地线电阻，以减小干扰，不接也可。读者在制作过程中要注意尽量减少地线的长度，同时要注意输入信号的地线要与其他地线分开并一点接地。

制作过程分三步，第一步安装好USB插座和DC–DC转换部分，在使用万用表确认USB接口的1～4脚间无短路的情况下（各类常见USB接口见图7，其中1～4脚不可接反，2～3脚如果接反，计算机会给出“不可识别的设备”提示），将电路板接入计算机的USB口，这时在TL074的4脚和11脚应该可以分别测到±4V～5V的电压，并且基本相等，如不等，可以通过调整R202的值使之相等。同时测一下PIC18F2550的20脚也应有4V～5V的电压，以上电压随着计算机的不同而略有差别。第二步安装TL074、电压基准TL431及其周边元件和输入网络，安装完成后接入计算机，在输入端接上1.5V 的干电池，同时将交直流输入切换和1：5的输入信号切换开关拨向左侧，在TL074的1脚应该可以测到与电池相等的电压，7脚可以测到约2V的电压。第三步将本期所附光盘中的USBOscilloscope.hex烧写进PIC18F2550，单片机程序可以采用icd2写入单片机。安装PIC18F2550及其周边相关元件，安装完成后接入计算机，这时计算机应该能够识别这一设备，设备名称为www.sunxd.com的人体学输入设备，如果不能识别可着重检查USB接口的2～3脚是否接反

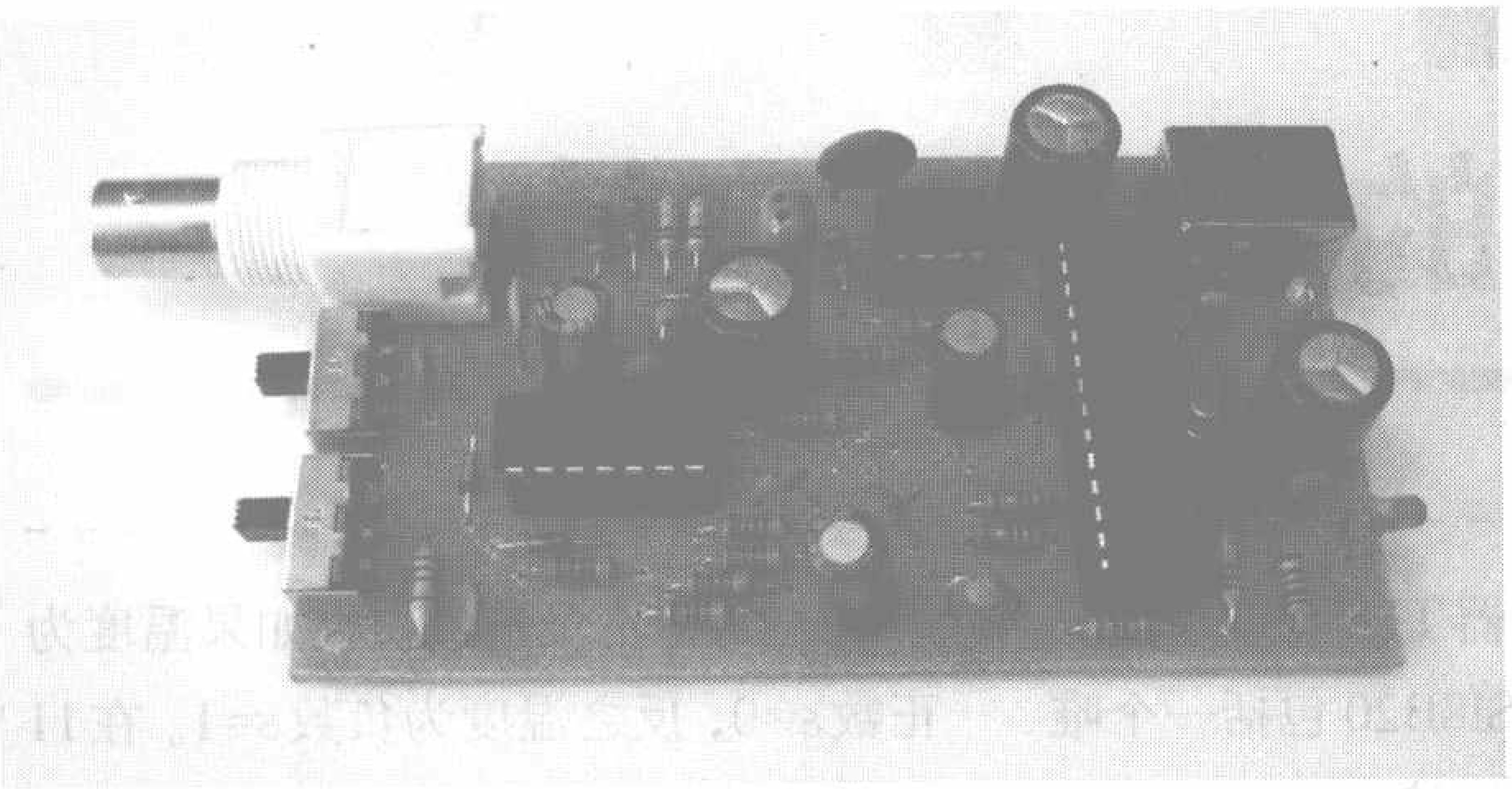


图4

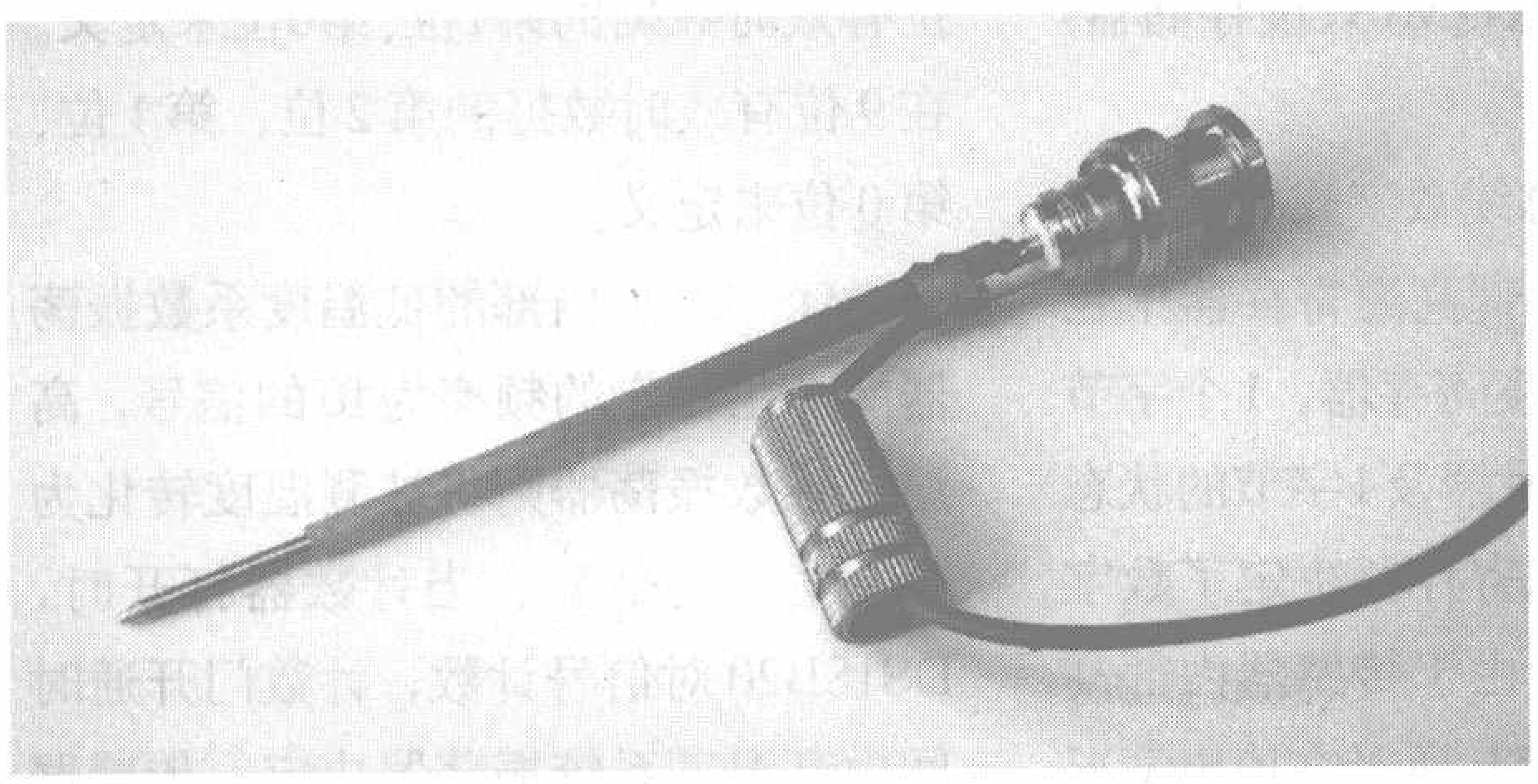


图5

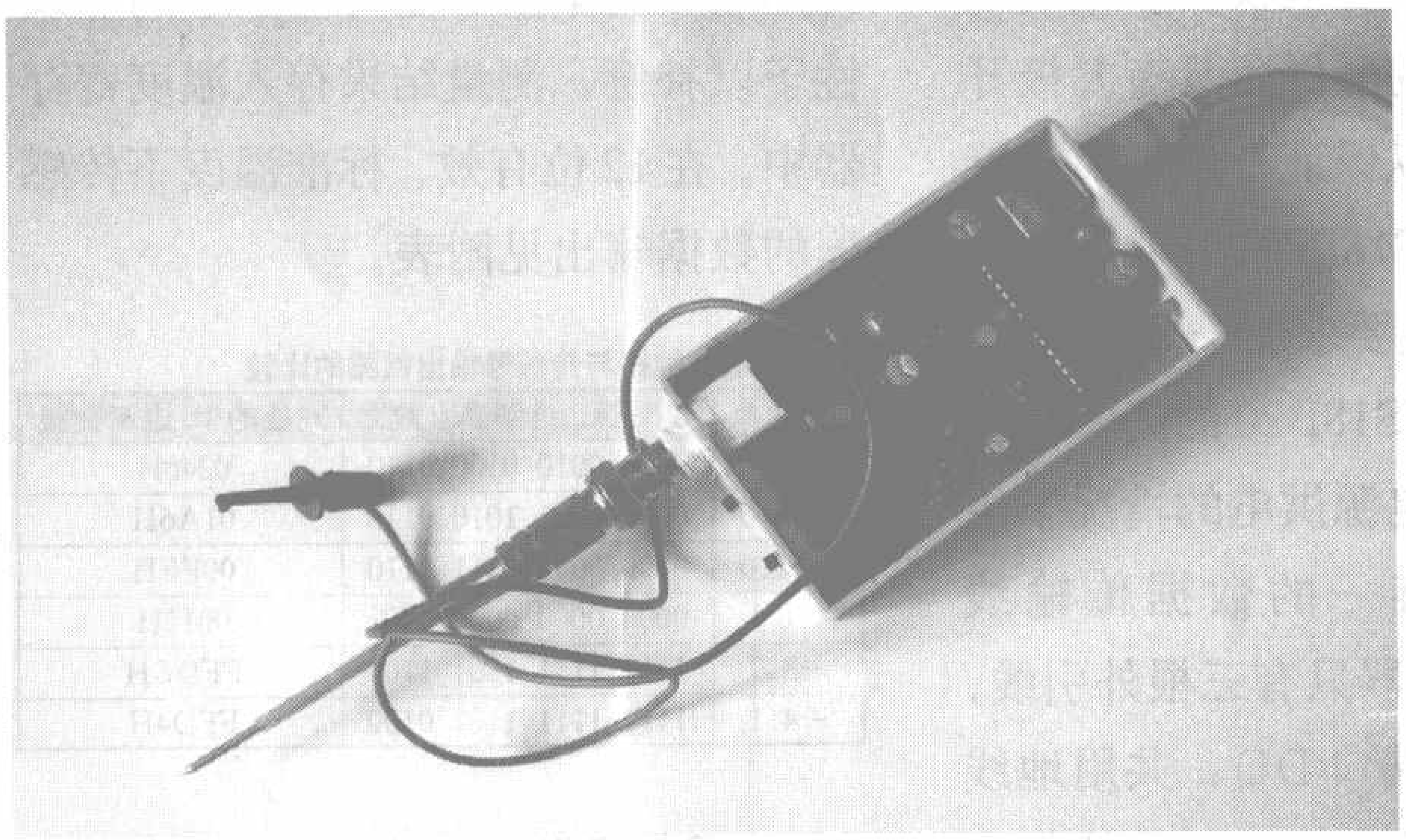


图6

和晶振电路，运行USBScope.exe，选择工具栏中的开始按钮（播放）即可看到输入的波形。如果以上各步骤出现问题，可以检查相关的部分即可。

软件与使用

单片机软件采用PICC编写，其中使用了MICROCHIP的USB库，软件首先作初始化操作，然后以查询方式工作，接收PC机的指令，采集信号，将采集结果发给PC机。

配套的PC软件采用VC6.0开发完成，使用操作与并口示波器相似。软件提供了波形显示、单次波形捕捉，打印、时基调整、波形保存、波形比较等功能，虽然这是一个单踪示波器，但通过波形的保存和再现提供了准双踪示波器的功能，你可以测量某一点的信号，保存起来，然后测量另一点的信号，再打开已保存的信号，同屏显示两组信号进行信号的比较。启动本软件后，你会发现与并口示波器基本相同，首先会随机给出一组演示信号（如果取消了“启动时显示示例画面”，下次启动后就不显示了），目前软件提供了无触发、内触发两种触发方式，同时对内触发提供了上升沿触发和下降沿触发两种选择；选择开始按钮（播放）开始信号采集，暂停按钮停止信号采集，录制按钮采集一个周期的信号后暂停；采样周期可以有8种选择：最快、10μs、20μs、50μs、100μs、200μs、500μs、1000μs；同时提供了5挡波形展宽选择：×1、×2、×5、×10、×20；屏幕下方的开关的显示一定要与电路板上的开关位置相对应，以获得正确的标注。注意：如果不知道信号电压请先使用交流，1:5挡输入信号；本设备的最高输入电压

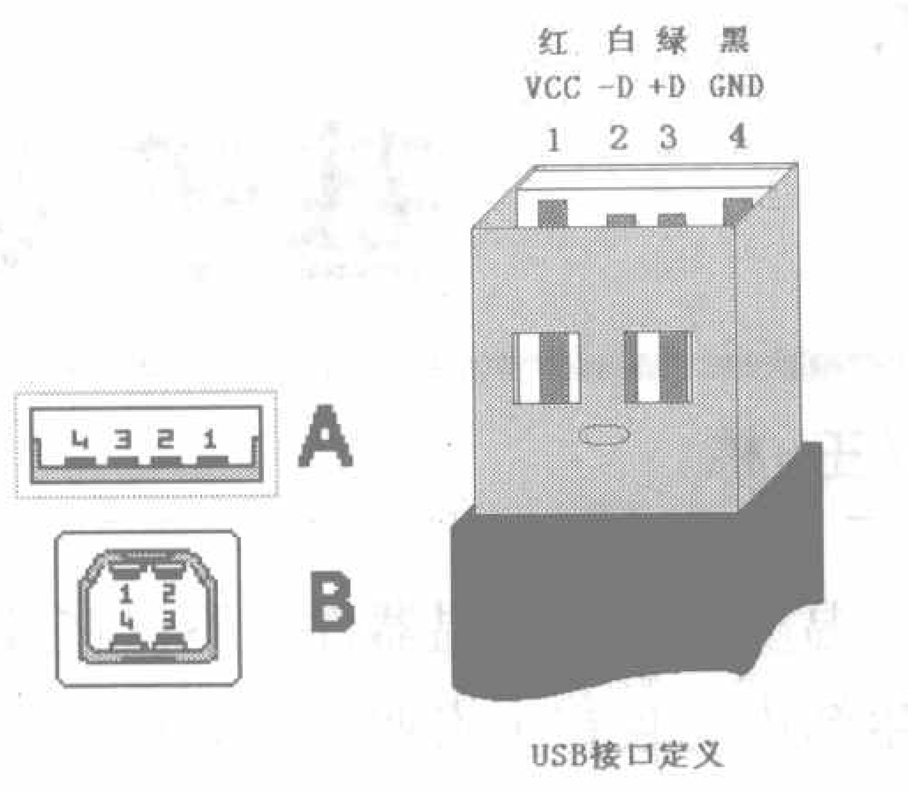


图7

峰-峰值最好不要超过±12.5V。任意时刻均可选择保存信号，保存当时的波形。在屏幕上按下鼠标左键，拖动鼠标即可看到相应范围内的电压差、频率和周期信息。软件界面的右下部分给出了所测信号的频率、最大值和最小值等信息。软件所有提示均为中文，简单摸索后即可上手应用。和并口示波器一样，在相同的硬件平台上我们还可以实现记录仪功能，可以提供和现在生产控制中常见的记录仪功能，一次可以记录某一生产参数几天的变化量，实现无人值守。

PC机与单片机之间通信采用USB人体学输入设备接口，使用windows内置的驱动程序，因此不需要专门的USB驱动程序（经测试这一示波器目前与极个别USB鼠标不兼容，其中包括yandiao的个别型号，如果遇到这种情况可以通过更换其他品牌鼠标或使用ps2鼠标来解决，此外由于各种PC机给出的USB电源的纯静度不同，从电路图上可以看出虽然采用了各种滤波措施，在个别机器上短路输入端的情况下显示波形可能会有1%以下的细微毛刺。支持的操作系统包括Windows2000、Windows2003、WindowsXP和Windows Vista，其他操作系统需要读者验证后使用。

单片机程序的烧写映像文件USBOscilloscope.hex及PC机的可执行程序文件USBScope.exe在本期配刊光盘中提供。

基于 DS18B20 的数字温度计

文 / 王 栋

温度计作为测温器件，不仅在日常生活中而且在工农业（例如粮食储藏）技术中应用十分广泛。但是常用的温度计多为管式温度计，不仅读数很不方便，还容易损坏。为此我们在DS18B20数字温度传感器技术的基础上制作了数字温度计，数码管直接显示温度，读数方便快易，而且电路简单、安全可靠。

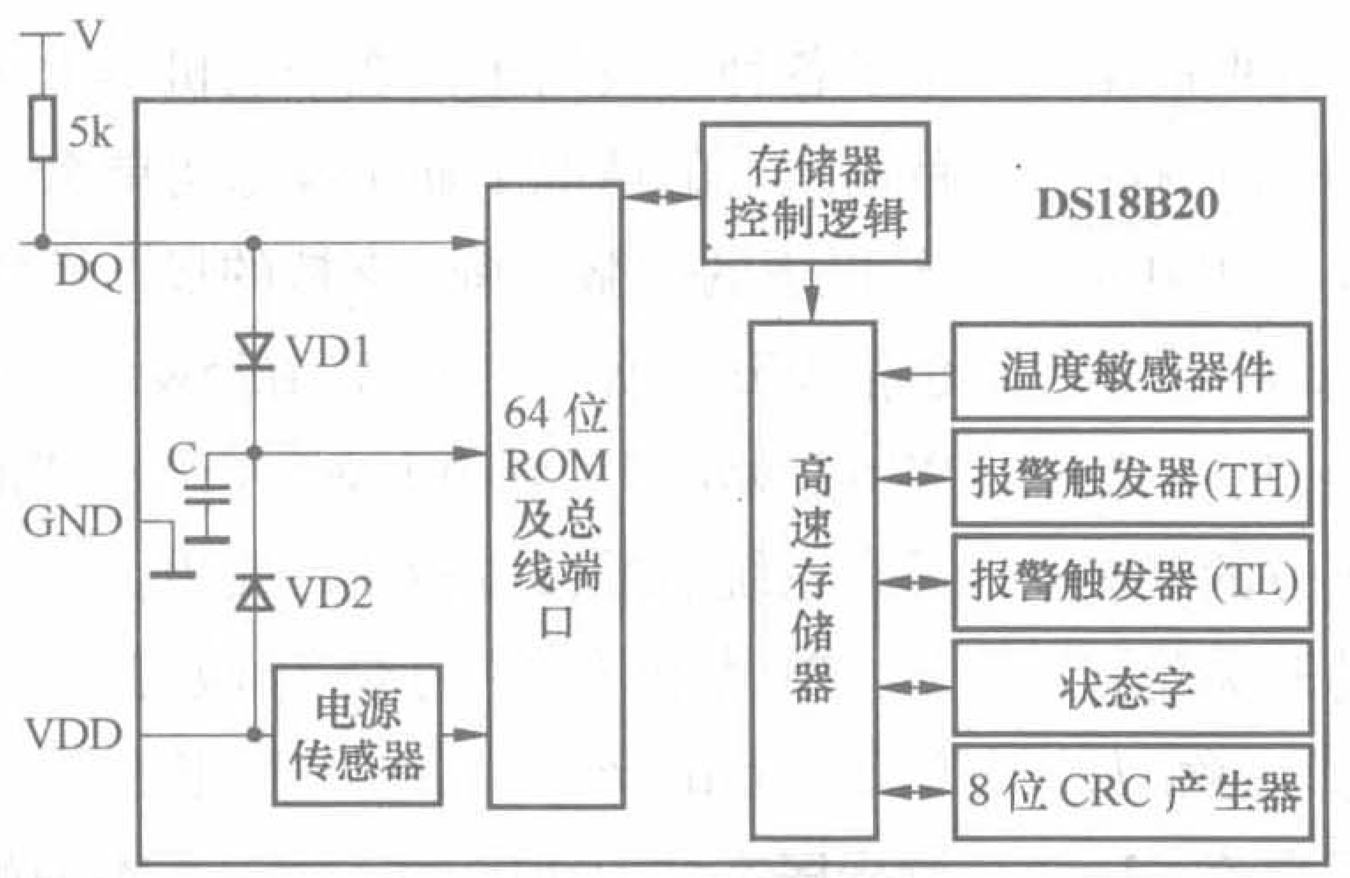
DS18B20 简介

1.DS18B20 的主要内部结构

美国 D A L L A S 公司生产的DS18B20单总线数字式智能型传感器，直接将温度物理量转化为数字信号并以总线方法传送到计算机进行数据处理。DS18B20 数字式智能型温度传感器对于实测的温度提供了9～12位的数据和报警温度寄存器，它的测温范围为－55℃～+125℃，其中在－10℃～+85℃的范围内的测量精度为±0.5℃，此传感器可适用于各种领域、各种环境的自动化测量及控制系统。它具有微型化、低功耗、高性能、抗干扰能力强、易配微处理器等优点。

DS18B20 内部结构主要由4部分组成:64 位ROM、温度传感器、非挥发的温度报警触发器TH和TL、配置寄存器。每一个DS18B20包括一个唯一的64位长的序号，该序号值存放在DS18B20内部的ROM(只读存储器)中。

DS18B20单总线数字式智能型温度传感器在它的内部高速寄存器中包含了2个字节的温度寄存器，1个字节的上、下限报警触发器及1字节的状态寄存器，其中状态寄存器决定了数字信号输出的位数。由于传感器内部高速寄存器为E^2PROM，所以在掉电情况下数据不会丢失。总线仅由一根线组成，与总线相连的器件应具有漏极开路或三态输出，以保证有足够负载能力驱动该总线。DS18B20的DQ端是开漏输出的，单总线要求加一只5kΩ左右的上拉电阻。DS18B20的另一特点是，在没有外部电源供电的情况下传感器可改为用唯一的数据传输线(DQ)供电。传感器只有三根外引线，单总线数据传输端口DQ，共用地线GND，外供电源线VDD。单总线供电的原理是：当DQ或VDD引脚为高电平时，高电平通过VD1或VD2向C充电便得到了内部VDD电源电压。DS18B20单总线数字式智能型温度传感器内部电路图见图1。



DS18B20 的内部结构

图 1

2.DS18B20 温度值存储

DS18B20的技术核心是数字信号的直接输出，其分辨率在9、10、11、12位时分别为0.5℃、0.25℃、0.125℃、0.0625℃，其中传感器默认为12位，第12位 *s* 为正负符号位，如果温度为正数 *s*=0，反之温度为负数 *s*=1。在11位有效时，数据的第0位未定义。在10位有效时数据的第1位、第0位未定义。在9位有效时数据的第2位、第1位、第0位未定义。

DS18B20内部的低温度系数振荡器能产生稳定的频率为f0的信号，高温度系数振荡器则将被测温度转化为频率为f的信号。当计数器打开时，DS18B20对信号计数，计数门开通时间由高温度系统振荡器决定。传感器内部还有斜率累加器可对频率的非线性予以补偿，测量结果存入温度寄存器中。在12位有效、标准温度下传感器的数据输出见附表。

附表 温度数据与传感器输出数据的比较

温度℃	传感器二进制输出数据	对应的16进制数据
+36.6	0000 0010 0100 0110	0246H
+26.6	0000 0001 1010 0110	01A6H
+15.6	0000 0000 1111 1110	00FEH
0	0000 0000 0001 0001	0011H
−3.7	1111 1111 1101 1100	FFDCH
−4.1	1111 1111 1101 0100	FFD4H

3.DS18B20 的工作命令和时序

1) 典型的单总线命令序列

第一步：初始化；

第二步：ROM 操作命令(跟随需要交换的数据)；

第三步：功能命令(跟随需要交换的数据)。

每次访问单总线器件，必须严格遵守这个命令序列，如果出现序列混乱，则单总线器件不会响应主机，但是该限制对于搜索ROM 命令和报警搜索命令例外，在执行两者中任何一条命令之后，主机不能执行其后的功能命令，必须返回至第一步。

2) ROM 操作命令

当主机收到DSl8B20 的响应信号后，便可以发出ROM 操作命令之一，这些命令如下：

指令代码

Read ROM(读ROM) [33H]

Match ROM(匹配ROM) [55H]

Search ROM(搜索ROM) [F0H]

Alarm search(告警搜索) [ECH]

3) 存储器操作命令(功能命令)

指令代码

Write Scratchpad (写暂存存储器) [4EH]

Read Scratchpad (读暂存存储器) [BEH]

Copy Scratchpad (复制暂存存储器) [48H]

Convert Temperature (温度变换) [44H]

Recall EPROM(重新调出) [B8H]

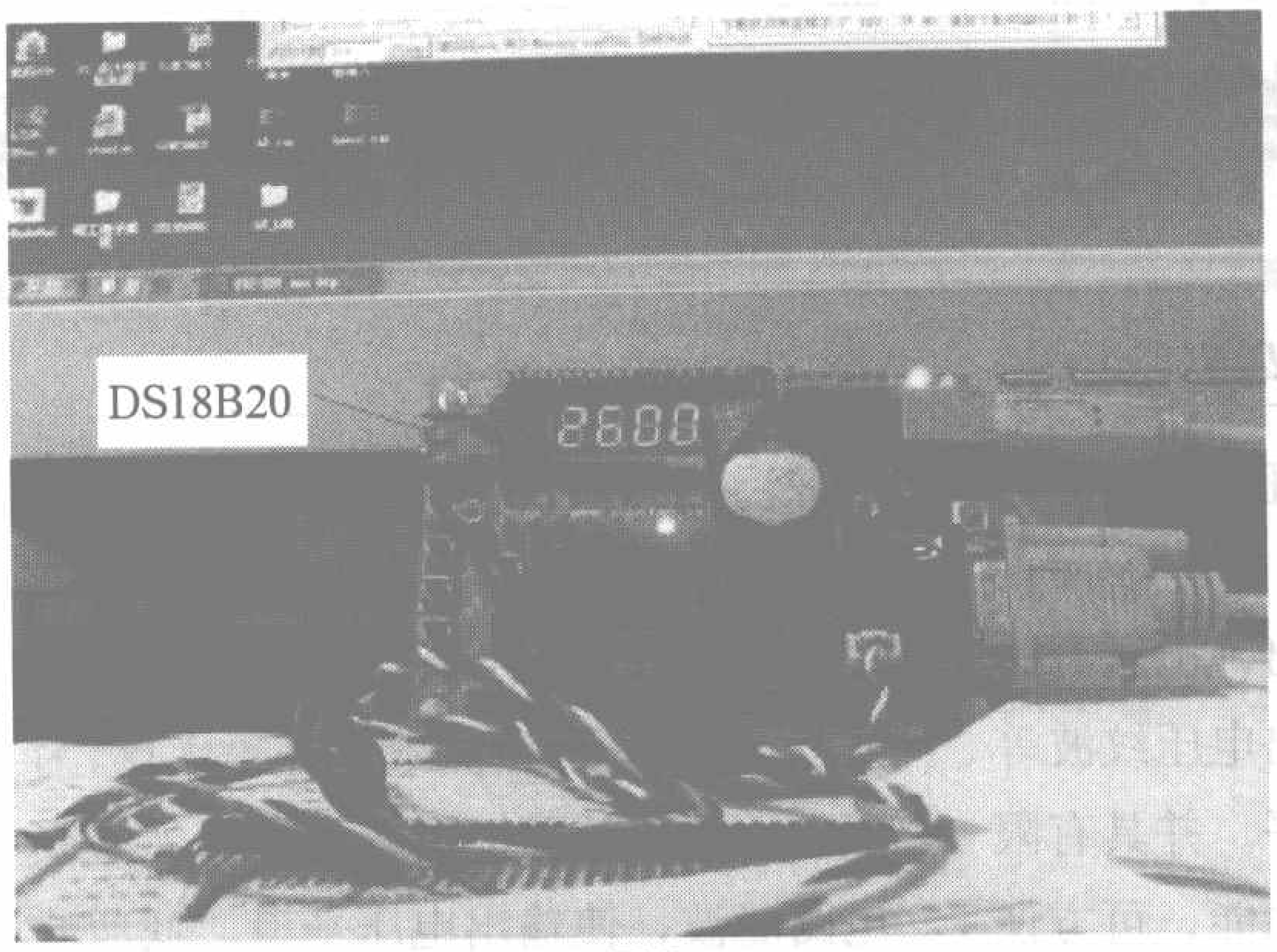


图3

Read Power supply (读电源) [B4H]

实验硬件电路及测试程序

1.硬件电路

本实验的硬件电路很简单，主要由数码管显示部分和单片机晶振及复位电路组成，见图2。

电路板照片见图3。

2.测试程序

为检验电路连接的正确及器件的好坏，我们写了一个数码管动态显示程序，实现数码管动态扫描显示821三个数并能复位，如果成功则数码管显示部分电路和单片机的晶振电路及复位部分连接成功，从而保证后面实验的正确进行。测试程序如下：

```
ORG 0000H
        MOV R0,#8
        MOV R1,#2
        MOV R2,#1
        MOV DPTR,#NUMTAB
DISPLY: MOV A,R0
        MOVC A,@A+DPTR
        MOV P1,A
        CLR P3.3
        ACALL DTMS
        SETB P3.3
        MOV A,R1
        MOVC A,@A+DPTR
        MOV P1,A
        CLR P3.4
        ACALL DTMS
        SETB P3.4
        MOV A,R2
        MOVC A,@A+DPTR
        MOV P1,A
        CLR P3.5
        ACALL DTMS
        SETB P3.5
        AJMP DISPLY
         RET
DTMS:   MOV R7,#80
        DJNZ R7,$
         RET
NUMTAB:DB 3FH,06H,5BH,
4FH,66H,6DH,7DH,07H,7FH,6FH
        END
```

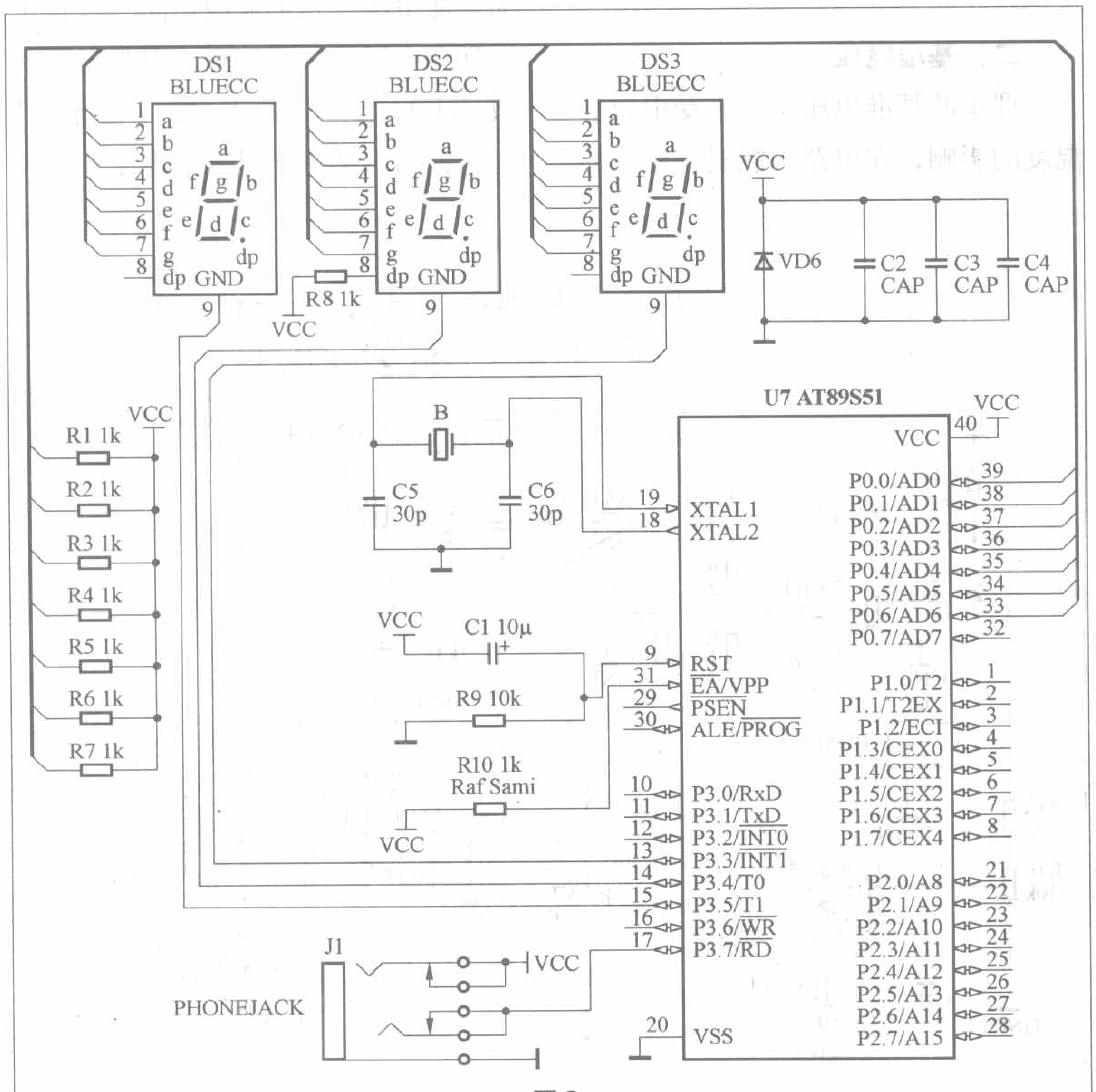


图2

带液晶显示的直流稳压源

文/韩冬年 陈双燕 夏业磊

本电路采用串联型直流稳压源设计的基本思路进行设计，可得到0~20V的稳定直流电压输出，电压调整率、负载调整率以及输出电压纹波等技术参数都达到较高水平。并具有限流和显示电压、电流值功能，可方便操作等优点。

具体技术指标为：

输入电压：220V交流

输出电压：0～15V线性可调

最大输出电流：1.5A

输出纹波：< 0.01%

一、降压整流

图1为稳压部分的电路图，各部分原理如下：

1. 降压

电网电压为220V高压交流电，欲得到低压直流必须先进行降压处理。常用降压方式有变压器降压和电容降压。

电容降压整流电路具有体积小、重量轻、成本低等优点，是一些小功率用电器和便携式用电器降压的首选方式。但同时也存在一定的不足，如：电容降压输出功率小，不宜用在大功率用电器中；电路呈容性，无论负载是否工作电路都会存在一定的功耗；电路安全性降低。

变压器降压可提供较大的功率，在体积与重量要求不高时应用极为广泛。

在该设计中要求输出电流要达到1.5A，最大输出电压要达到15V，因而选择交流15V/20W的变压器进行降压。

2. 整流滤波

变压器降压后，输出15V交流电，要得到稳定的输出电压还必须对交流电进行整流滤波，得到较为稳定的电压。

全桥整流是最常用的整流方式，并有价格低廉，整流效果好等优点。为了减小电压的脉动，需通过低通滤波电路滤波，使输出电压平滑。低通滤波可选择有源滤波和无源滤波，但考虑到电路简单性和成本问题，选择了最常用的电容滤波。

电网电压经变压器降压后通过全桥进行整流，再由电容滤波，其中C1为0.1μF的独石电容用来高频滤波，C2为2200μF的电解电容，用来低频滤波。

同时该电路中通过稳压管产生5V的负电压，为电路中的集成运放提供负电压。

二、基准电压

理想的基准电压源应不受电源和温度的影响，在电路中能提供稳定的电压，“基准”这一术语正说明基准电压源的数值应比一般电源具有更高的精度和稳定性。高精度的基准电压是电源性能稳定的必要前提。

一般情况下，可用电阻分压作为基准电压，但它只能作为放大器的偏置电压或提供放大器的工作电流。这主要是由于其自身没有稳压作用，故输出电压的稳定性完全依赖于电源电压的稳定性。另外，也可用二极管的正向压降作为基准电压，它可克服上述电路的缺点，得到不依赖于电源电压的恒定基准电压，但其电压的稳定性并不高，且温度系数是负的，约为−2mV/℃。还可用硅稳压二极管(简称稳压管或齐纳管)的击穿电压作为基准电压，它可克服正向二极管作为基准电压的一些缺点，但其温度系数是正的，约为+2mV/℃ 。因此，以上几种均不适用于对基准电压要求高

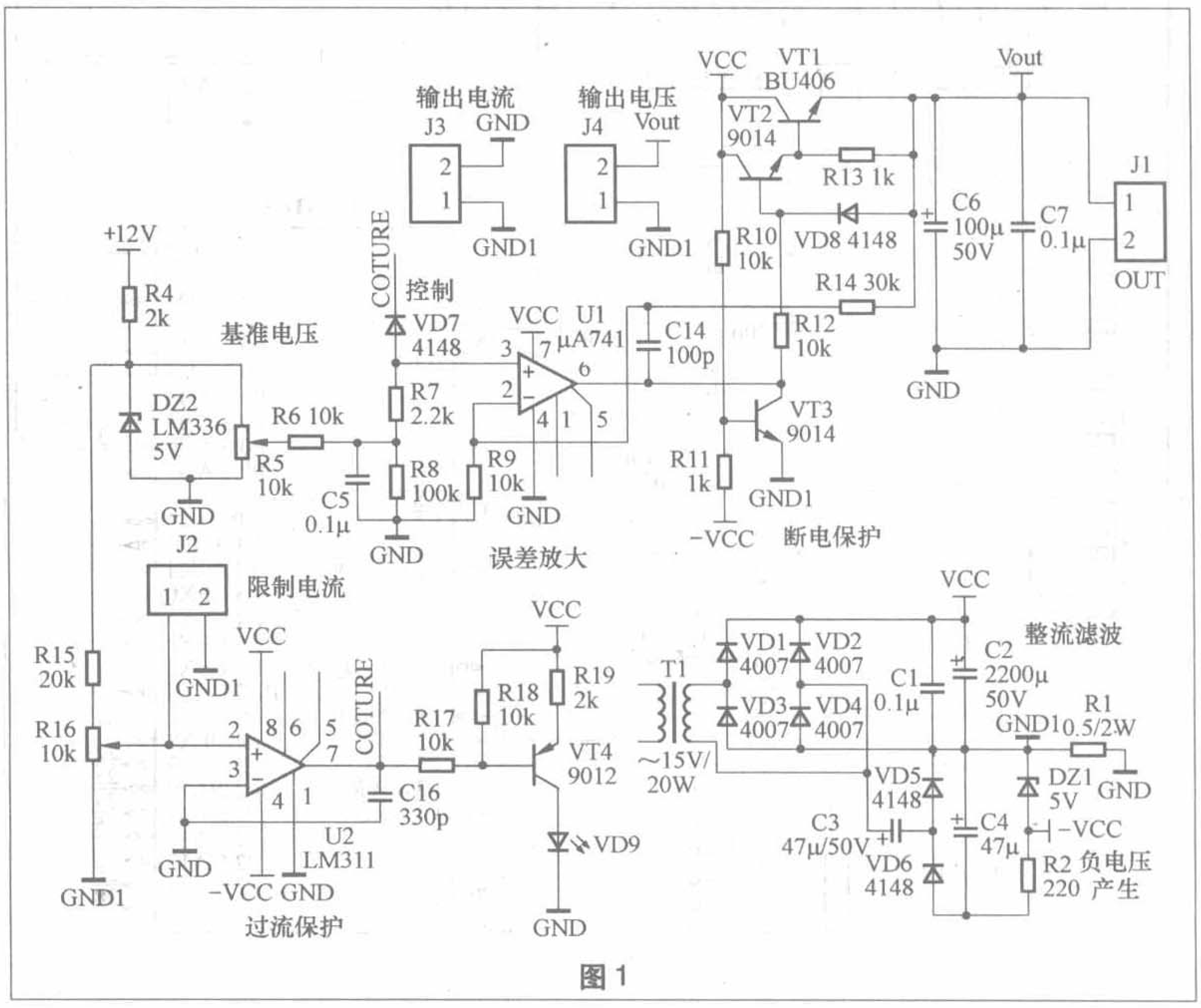


图1

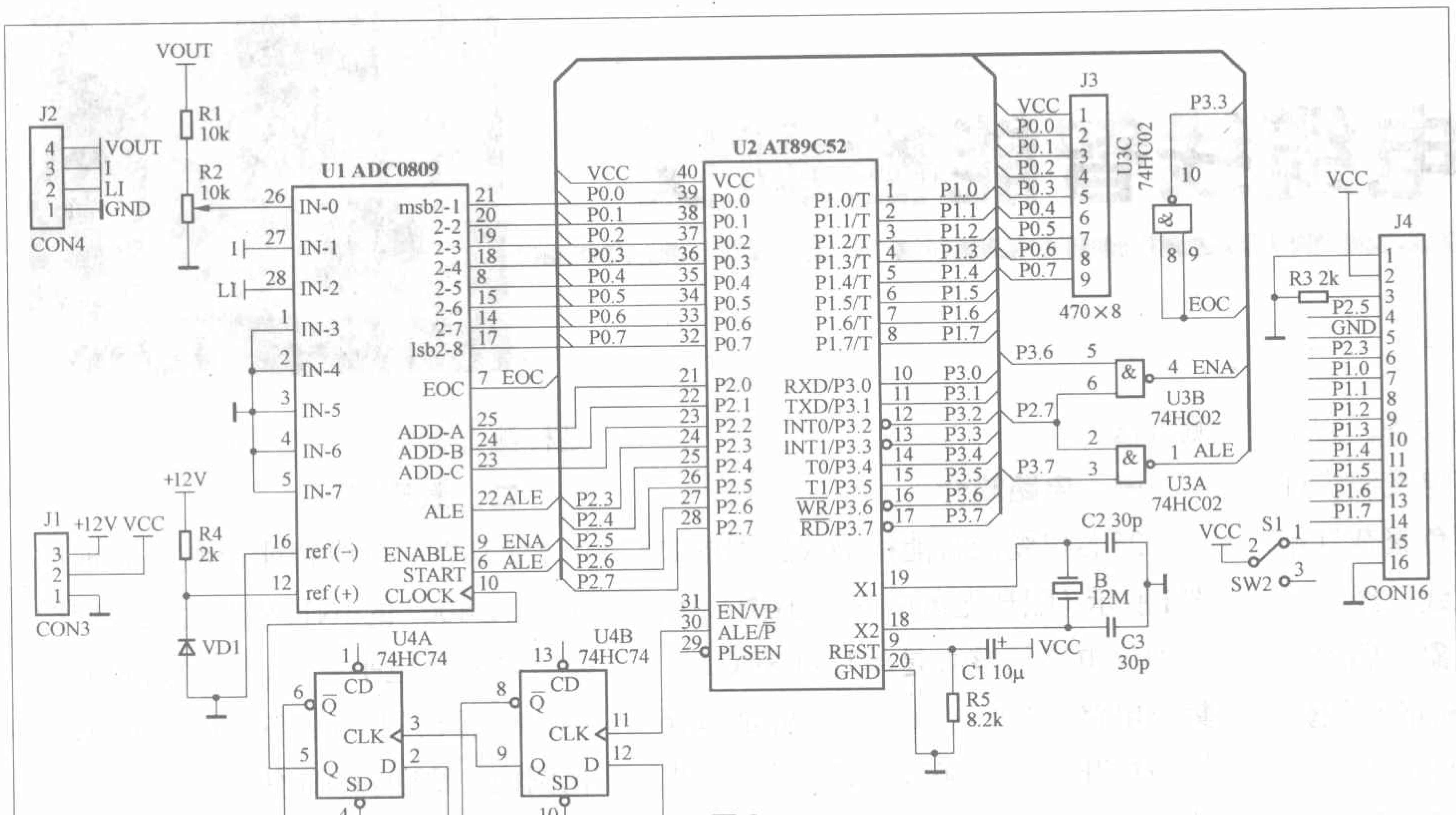


图2

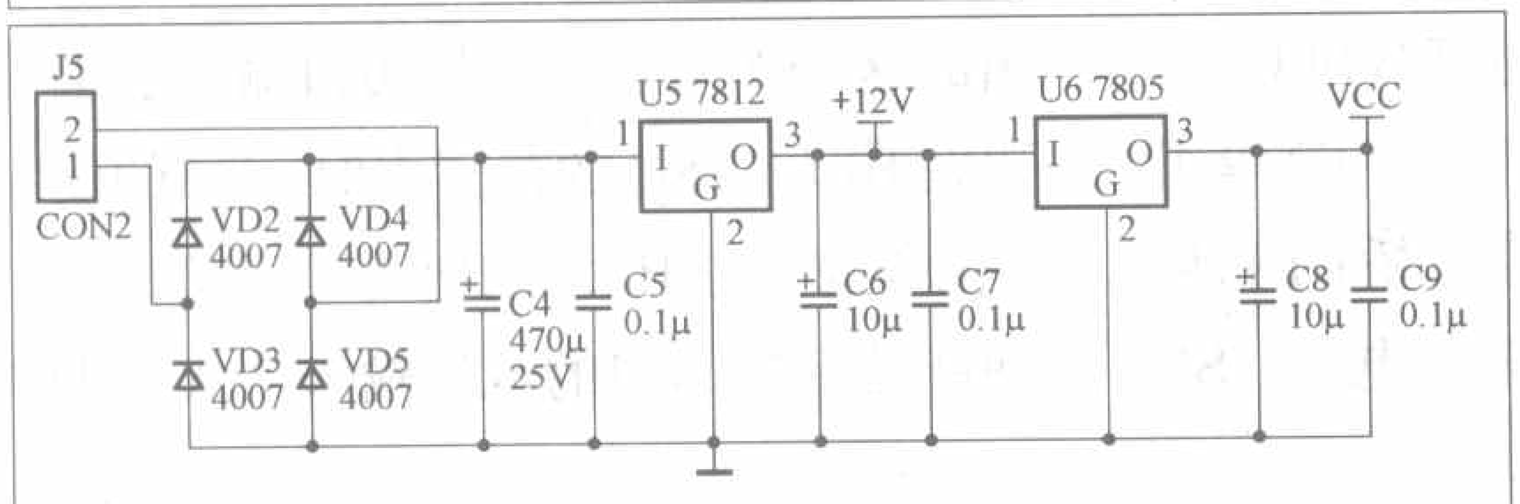


图3

图4 主函数流程图

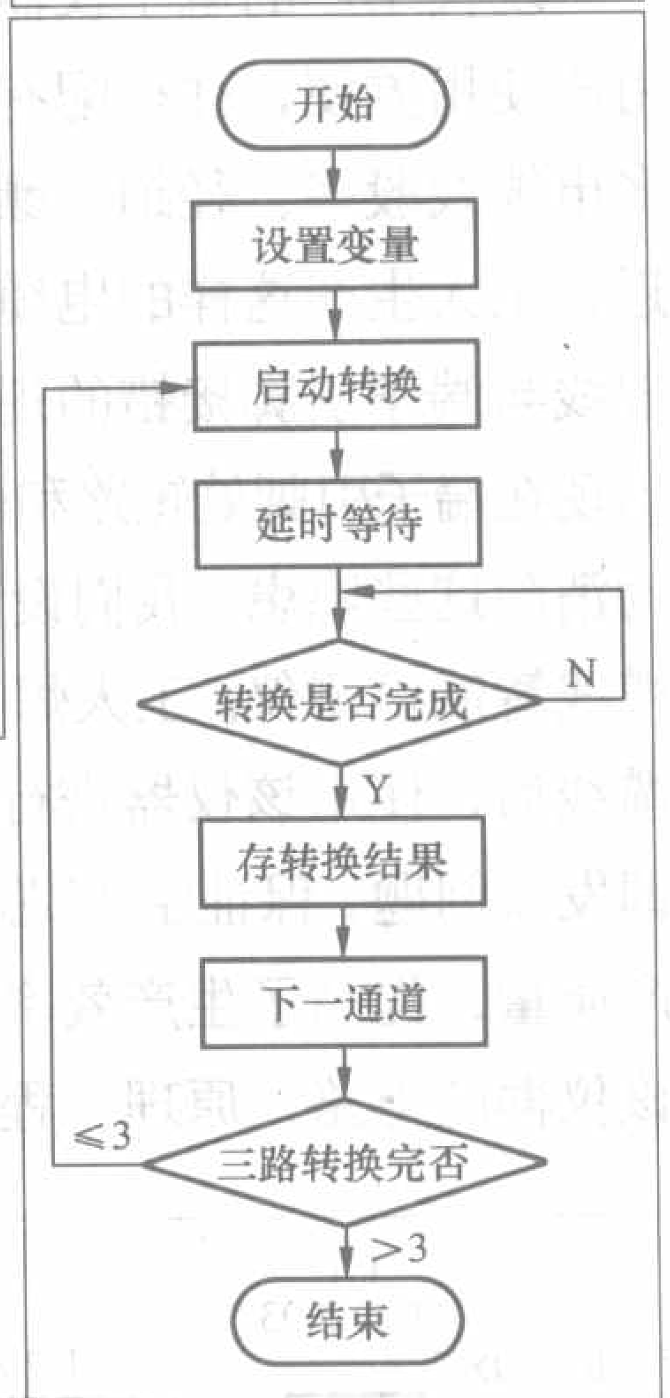


图5 A/D 转换流程图

的场合。

本设计中使用LM336−5V提供+5V的基准电压。LM336稳定性好，基本不随温度及电流扰动而变化，因而能提供较优质的基准电压。

三、误差放大

通过负反馈电阻网络对输出电压进行取样后与基准电压比较，通过放大器μA741进行误差放大，从而控制调整管VT1（大功率晶体管BU406）、VT2(9014)使输出电压稳定。由分析知控制管应该选用β足够高、g_m足够高、$r_{b'e}$足够小的功率管，尽可能提高比较放大器的电压增益A_v，尽可能增大取样系数以提高输出电压调整率和降低输出电阻。

调节电位器R5改变基准电压的输出电压，运放的放大倍数为3倍，则可输出约为0～15V的电压。

四、过流保护

当负载电流变大或电源短路时产生的大电流可能会使稳压电源损坏，所以在稳压电源中过流保护的设置显得尤为重要。

通常用电器中都设有保险管作为电器的保护装置，这种保护装置简单易行、价格低廉，但对电流的保护选择性差，并且每次烧断后都要更换新的保险管，比较麻烦。

该电路中设计了过流保护装置并可以调节所限制的电流值，相对于传统的保护方式更加方便、可靠。

在电源干路上串联一个大功率电阻R1，当电流通过电阻时，电阻两端产生相应的电压。基准电压输出为5V的稳定电压，由R15和电位器R16分压后，电压比较器LM311的同相输入端可输入相对于GND1点为0～1.67V的电压，而反相端接GND即R1的另一端。调节电位器使输出电流稳定在设定值，当负载变化使输出电流大于此设定值时，电阻R3两端电压变大使LM311输出为负，通过二极管D7强制将U1的同相输入端电压拉低从而限制电流的升高。同时发光二极管点亮，指示电源工作在限流状态。

五、断电保护

在关闭电源的同时，经常会由于电容放电或器件影响而产生瞬时大电流，而对负载产生严重损坏。为了避免这种情况的发生，由VT3及其相关元件构成一个断电保护电路，当交流电压一消失，负电压也会马上消失，从而VT3导通，输出电压为零，有效地保护了电路和与之相连的负载。而在正常工作期间，VCC和−VCC经过R10与R11分压后，电压仍小于GND1点的电压，即VT3基极电压仍小于发射极电压，VT3截止。

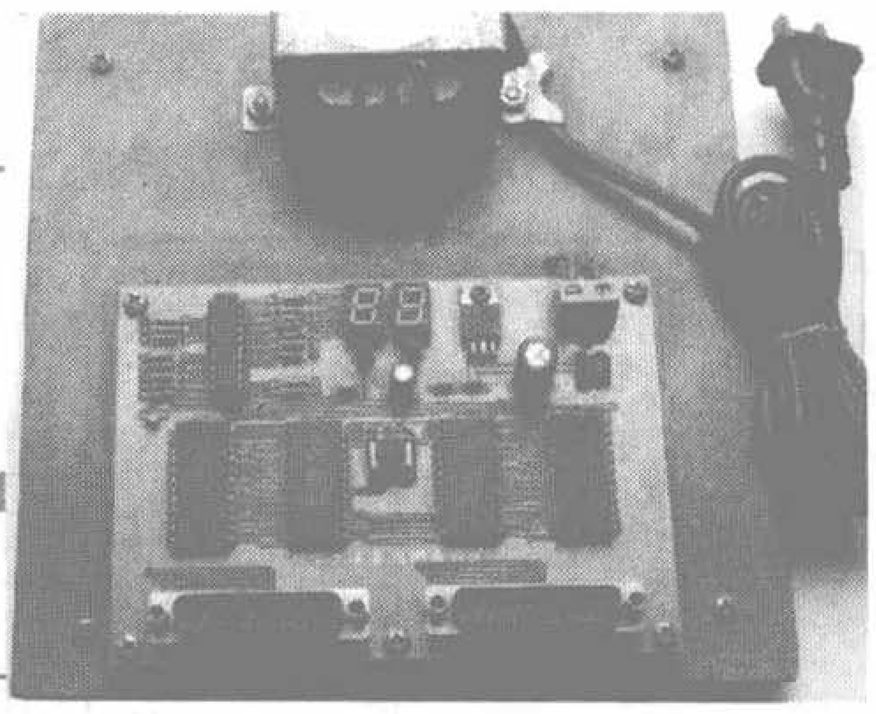
六、液晶显示

为方便操作，设计了液晶显示单元，从而更直观地阅读电源的输出电压、输出电流和限制电流的值。电路如图2、图3所示。

由于要采集三路信号，并且对转换精度和速度要求不高，所以这里选择A/D转换器ADC0809进行信号采集与转换。然后由单片机控制A/D转换器使转换结果显示在液晶上。

图4、图5为相关函数的流程图。源程序见本期配刊光盘。

25芯电缆线智能检测仪



文/李述香 邱召运

现代生产的电子仪器设备，为了用户使用方便，往往配有电缆线。许多电缆线股多、径细、颜色繁杂且相近，工人生产这样的电缆线，经常出现线与端子引脚接错的现象，偶尔也出现在端子引脚处短路和断路等现象。为消除这些隐患，我们设计了25芯电缆线智能检测仪。工人焊接完25芯电缆线后，使用该仪器进行检测，能立即发现问题，保证了25芯电缆线的生产质量，提高了生产效率。下面介绍该仪器的电路、原理、程序设计和检测方法。

一、电路简介

25芯电缆线智能检测仪原理图如图1所示（配刊光盘中有PCB图），该检测仪电路的核心是单片机89C51，集成电路U3、U4、U5、U6皆是单16路模拟开关CD4067，它们与25芯电缆线的插座J1和J2的引脚相连，组成检测电路，共阳极数码管SMG1、SMG2、ULN2003、VT1、VT2等组成检测信息显示电路，整流桥B1和稳压集成电路U7等组成电源电路，SB是检测开始键。

二、原理简介

25芯电缆线智能检测仪原理如下：CD4067的INH引脚为选通使能输入端，低电平有效，单片机89C51的P0口输出的地址码在00H～0FH的范围内，U3的INH使能端有效，U3的地址选择输入端ABCD接收P0口输出的这16个地址码。当P0口输出的编码在10H～18H的范围内时，U3的使能端无效，让P3.6输出为0，则U4的使能端有效，U4的地址输入端ABCD

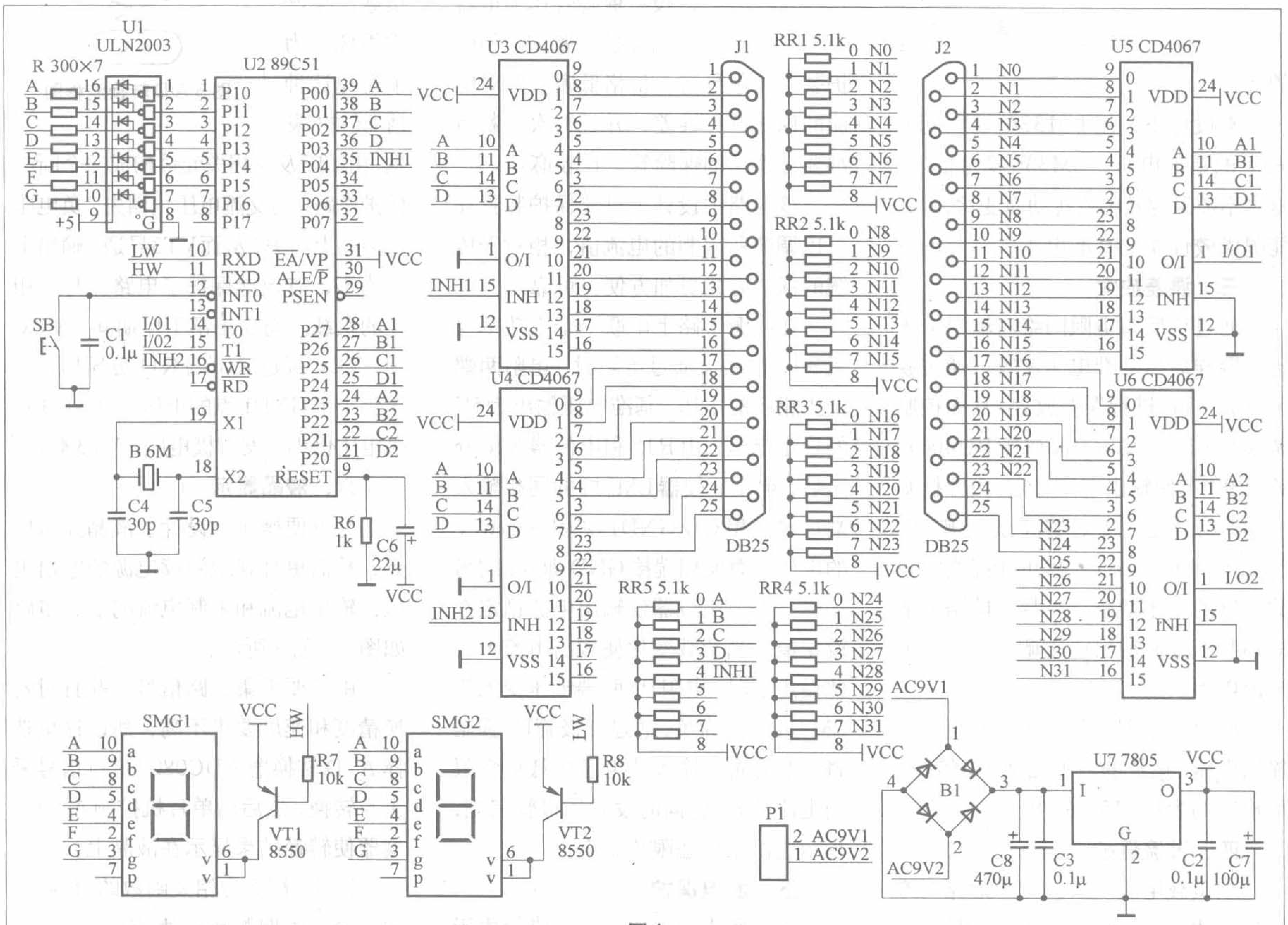


图1

接收P0口输出的这9个地址码。U5使能端接地，它的地址选择输入端ABCD接收89C51 P2口高四位送出的16个地址码。U6的使能端接地，它的地址选择输入端ABCD接收P2口低四位送出的9个地址码。25芯电缆线的插座J1的引脚与U3、U4的输出脚一一相连，25芯电缆线的另一端插座J2的引脚与U5、U6的输入脚一一相连，若将25芯电缆线的两个插头分别插入J1和J2，便将U3、U4的输出脚和U5、U6的输入脚一对一的连接起来。当P0口输出的地址码选择U3或U4的第i个模拟开关闭合，则U3、U4的第i个输出脚为低电平，这时P2口输出的地址码使U5、U6相连的第i个模拟开关闭合时，U5或U6的数据输出端I/O输出便为零，当P2口输出的地址码使U5、U6不相连的第j个模拟开关闭合，那么U5或U6的数据输出端应为1。这样U3、U4中每一个模拟开关闭合后，要对应U5、U6的25个模拟开关分别闭合进行检测，符合前述规律该芯线连接正确，不符合前述规律的该芯线连接出错，将出错的线号存放在存储器中，最后显示出来。显示信息由89C51的P1口送出，通过ULN2003驱动SMG1、SMG2数码管，单片机P3.0和P3.1分别使VT2和VT1控制数码管的低位和高位。SB是检测25芯电缆线的开始键。

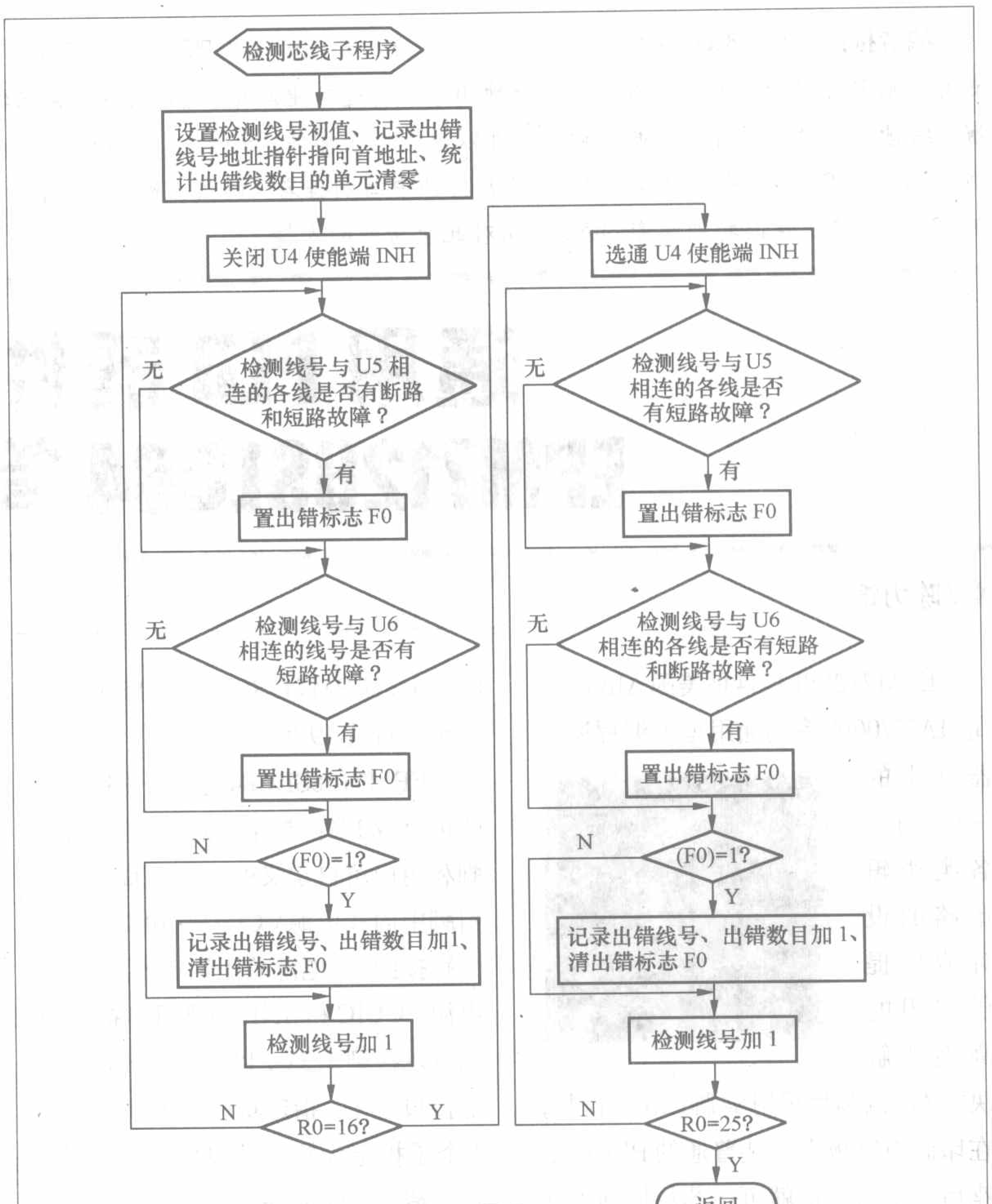


图3

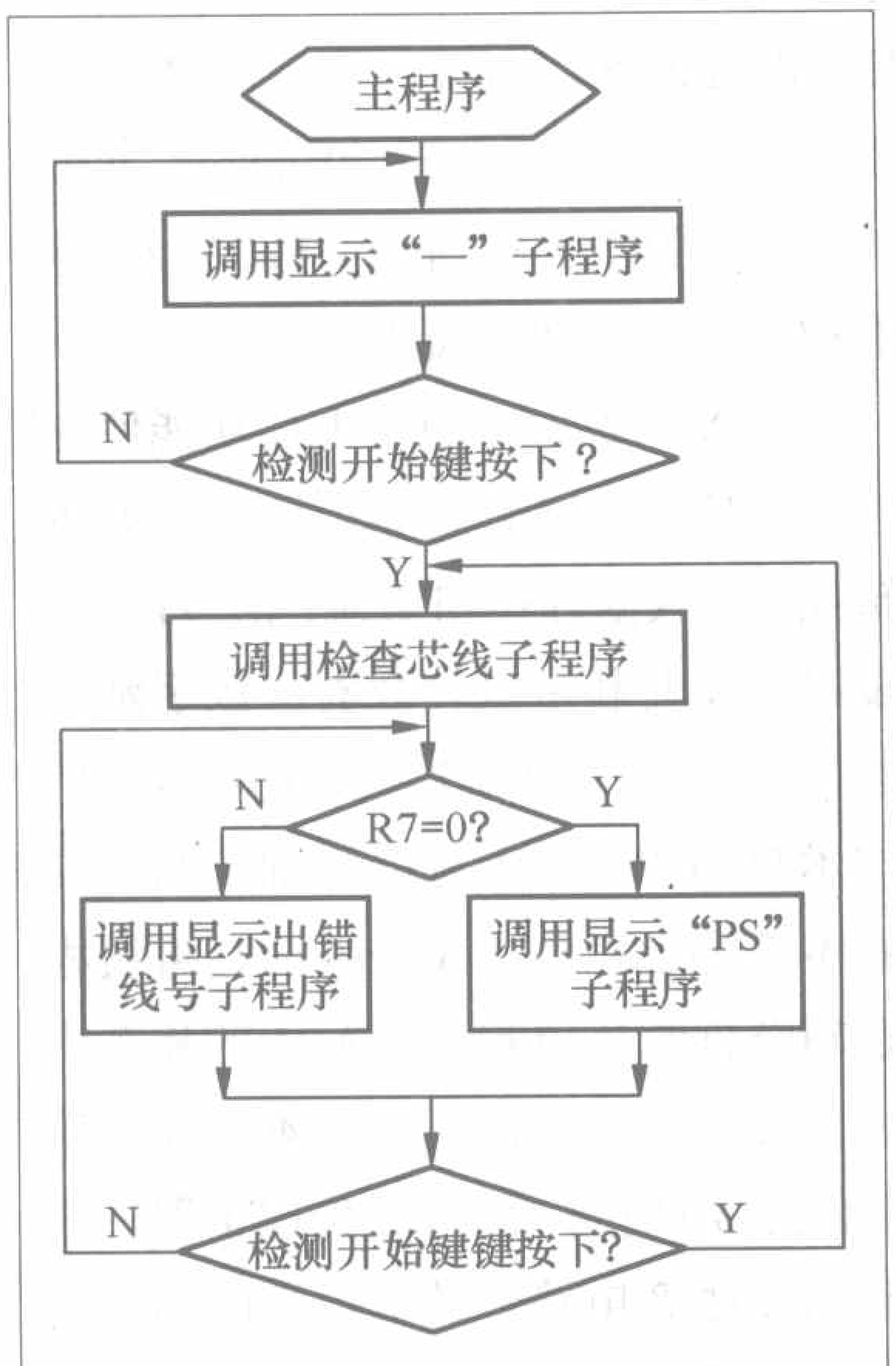


图2

三、程序设计简介

25芯电缆线检测仪程序设计，采用了模块化设计，其程序模块大体可分为：主程序、检测芯线子程序、显示子程序等，其中主程序的流程图参看图2，检测芯线子程序流程图参见图3。具体的程序见本期配刊光盘。

四、检测方法简介

用该智能检测仪检测25芯电缆线的过程是这样的：

1.首先接通电源，该检测仪显示符号“——”。

2.然后将25芯电缆线的两端子分别插入仪器的两插座J1和J2中。

3.按检测开始键SB，仪器便按预定的程序依次检查25芯电缆线的每一根线接线是否正确。

4.最后仪器自动将检查的结果显示出来。若电缆线焊接无误，该检测仪显示符号“PS”。若有的芯线接错，该检测仪便显示该芯线的线号。若有几根芯线接错，数码管便采用循环显示方式显示这几根线的线号。

5.若要再检测这根电缆线，只要再按一下检测开始键即可。若要检测另一根电缆线，只要换上去重复2、3、4的步骤即可。

编者按： EPM7128SLC84是一款由美国Altera公司开发的通用PLD器件，可在各种电路板上通过普通的PLCC插座来安装使用，无需使用外部配置器件，可广泛地用于各种逻辑电路中。《无线电》杂志特意准备了50片EPM7128SLC84—15样片赠送给读者，对该样片感兴趣的读者，可以通过电子邮件（E—mail：zhangyan@radio.com.cn）的方式来申请，来信主题请注明“EPM7128SLC84—15样片申请表”，并在信件中写明姓名、邮编、地址、单位、联系电话及索取目的，截止日期：2007年12月15日。在此特别鸣谢Altera公司对此次活动的支持。

通用PLD器件EPM7128SLC84简介

文/陈力锟

EPM7128SLC84是美国Altera公司MAX7000S系列通用型可编程逻辑器件中的一种，可为各类逻辑电路的设计应用提供实用的高性能解决方案。该芯片采用84脚PLCC封装，在印制电路板上安装普通的PLCC插座后，不用焊接就可把芯片插到不同的电路板上做实验。由于芯片内部采用EEPROM存储编程数据，不需要使用外部配置器件，断电后数据也不会丢失。这两个特点使得EPM7128SLC84特别适合有一定的逻辑电路设计知识并计划用PLD来实现自己设计的用户使用。

EPM7128SLC84内部的逻辑资源等效于2500个门电路或128个宏逻辑单元。大致估算，这样1片PLD可取代几十至几百片74系列或4000系列的小规模数字集成电路。EPM7128SLC84器件按工作速度有−6、−7、−10、−15几个等级，最高的−6级时钟频率可达166.7MHz，最低的−15级也可达100MHz，远高于74系列集成电路。在Altera的官方网站上，EPM7128SLC84−15的零售报价是每片19美元。

EPM7128SLC84的84个引脚按功能可分成3类：电源引脚、指定功能引脚和用户可自定义的I/O引脚。电源引脚中内核电源VCCINT和GNDINT分别接到5V电源的正端和地端，I/O电源VCCIO和GNDIO既可以接到5V也可以接到3.3V，以便适应不同的外部接口电平。指定功能引脚共有8个。4个是指定为输入端口用的，可供时钟、清零、赋能等公共信号输入PLD芯片；另4个是JTAG接口引脚，可连接下载电缆下载编程数据或用于芯片测试。余下的60个引脚，用户可以自由选择定义每个引脚的输入输出功能。

Altera公司的MAX+plus Ⅱ设计软件和Quartus Ⅱ设计软件都能设计EPM7128 SLC84，设计输入既可以用电路图也可以用硬件描述语言。尤其是如果想用PLD来取代原来用许多片74系列集成电路做的设计，那只要在设计软件的图形编辑器里选择库中元件画出同样的电路图，再按照自己的需要分配好PLD的输出入引脚，PLD的设计就基本完成了。

EPM7128SLC84具有一些很灵活的设计选项。除了上述I/O口的电压和输出入功能可以选择外，还可以选择是否使器件降低功耗使用（关闭Turbo）、选择各引脚输出信号是工作于高速状态还是降低速率以减少噪声（Slow Slew Rate）、选择各引脚是否要工作于漏极开路状态（Open−Drain Pins）等。芯片里还含有1个控制访问器件内已编写数据的可编程安全比特，当这个比特被编程后，器件内的设计便不能被拷贝或提取，以保护知识产权。

完成设计并通过编译后，用下载电缆可把编程数据从PC机写入EPM7128SLC84。下载电缆可用ByteBlaster MV或ByteBlaster Ⅱ型的。编程数据会永久保存在芯片内，除非被新写入的数据覆盖。

EPM7128SLC84的上述功能使它能广泛应用于各种逻辑电路中，如逻辑控制、数据选择和切换、信号译码、多路触发器和多级计数器、数字延时器等。有关EPM7128SLC84引脚定义、技术数据和下载编程的详细说明可参看本期配刊光盘《Altera公司可编程逻辑器件常用资料大全》中的相关内容。设计应用方面可参考本刊今年第1期至第3期的“用可编程逻辑器件设计数字语音电路”的文章和配刊光盘中的视频教程。

白手起家

好的开始是成功的一大半！

文/杜 洋

吃过晚饭我都要打开电脑上网瞧瞧，在我的收藏夹里专门有一栏是和电子技术相关的网站链接。我常登录我的网站和电子信箱，而每次都会有几个帅哥向我提问，让我帮助他们解决一些制作中的问题，在感叹电子爱好者中美女太少的同时我都会尽我所能回答这些问题，因为三年前我也是白手起家的，我也体会过遇到问题却无药可救时的失落，所以我更希望分享我的经验和大家交流。

忆往昔

虽然我不希望把整篇文章变成我的个人自传，可是我还是要谈一谈我的经历，你可以把它当成无聊的小品或是学习电子技术的历险记，当然你也可以从中了解我并和我结为朋友。

不太喜欢编年体的故事结构，所以我从现在开始——

我在一家与电子技术行业相关的公司工作，在公司我可以学到单片机和嵌入式系统的相关知识。业余时间我则自己在家里研究单片机技术，将我的作品和经验发布到我的个人网站与爱好者们分享。我很满意现在的工作和生活，这让我有充足的时间谈恋爱和更执着地专注于我的电子制作爱好。

三年前，哈尔滨市学府书城，开门大吉！我只身在电子技术类图书区寻找着我中意的电子制作技术的书。这个地方我经常来，虽然书很多，可是没有几本中意的，它们不是只讲一些纯理论的东西让人看得一头雾水，就是只有电路一堆却并不实用。这次也是希望能找到一些新鲜类型的书来看，正是这一次闲逛使我和美丽的单片机世界邂逅了。

逛了一会，想起了最近听说一个新名词叫“单片机”。本以为也是数模电子技术里的一部分，应该和数字电路关系大一些吧？好像就是比较专用的集成电路呗！先了解一下也好，什么事都了解一下也没有坏处，只要不是违法乱纪的事情。脑中认定了一个词组：“单片机”，就开始在家电维修和电子技术的书架上查找。可是5分钟过了，没有一本关于单片机的书，甚至是出现这个词的书都没有。我的天，学府书城听说是东北地区图书最全的书店，竟然没有关于单片机的书！不会了，一定是我没找对，也许就在电子技术区的一个小角落也说不定，还是问问吧。一个漂亮的管理员阿姨把手指向远方一个神秘又陌生的地方，那是离电子技术区很远的另一个书架。那时的我怎么也不会想到，那一个书客稀少的地方竟是我心中的香格里拉。

《单片机基础教程》、《单片机接口技术》、《PIC单片机教程》、《51系列单片机设计实例》，My God！满满的三个书架全是关于单片机的书，我哭笑不得。不知是笑我发现了“新大陆”好呢，还是哭我的无知可笑好。随手抽了一本单片机教程看了看，除了扉页上的字能看明白，其他都是天书。这时的我才感觉到世界的伟大、自己的渺小。.想到了书山有路、学海无涯，想到了爱因斯坦，想到了我今天中午不能吃饭也得在这儿好好地看看这些书。

首先我要了解，了解单片机是不是我感兴趣的知识，这点很重要，除了兴趣又会有什么能长久不断地提供我们学习、研究的原动力呢？等了解了再入门，入门了再深入学习，这是大多数人的学习方式，我也没有独辟蹊径的能力。我找了好久才看到一本中学生学习单片机的书，我想先别整高深的了，看看给中学生学习单片机的书我能否看懂吧！看了一会我差一点冲动地把它买下来，幸好理智的头脑战胜了感性的神经。因为这本书只是讲了一个成品单片机学习板的功能及使用，它是一个完整的产品，使用者只需用键盘输入十进制数的指令，就可让其完成特定的功能。按现在来说这不能算是单片机实验板，而是用单片机开发出了一个玩具。抱着再考虑一下的心理，我放下了这本书。又过了好大一会儿，我找到了几本标有单片机入门类的书，看起来是给我这种菜鸟看的了。果不其然，通过看这几本书我了解到了单片机的基础知识，知道了什么是单片机，单片机的用途，这一下我找到了学习单片机技术的敲门砖。

我劝说了我的父母，同意在经济和精神上支持我，主要的还是经济上。当时我正在读大学，学校虽然离电子市场很远，可我每个星期都要去几次。父母倾家荡产给我买了电脑，还给了一笔钱来买元件和工具。我的劲头儿更大了，在书店买了许多书参考并在几天时间里夜以继日地焊

好了单片机实验板和ISP下载线，制作中我发现单片机的电路要比数模电路更简单。用软件下载单片机程序，这个我从来没有用过，总感觉这是一件很复杂的事情。还好，对照着书的说明一步一步都很顺利。“嘟嘟嘟”，程序下载完成，实验板上的一个发光管闪烁了，这正是我期盼的结果。隐约地可以回忆起第一次看到自己下载的程序在实验板上运行时的欣喜情境。之后又按同样的方法下载其他程序都很成功，我才知道单片机并不难，只是我之前不了解而将它想得复杂了。我开始找一些制作例子，仿制一些别人的作品，制作中有一些问题只要认真检查最终都是成功的。再后来我开始修改别人的程序，改一个数值、换一行句子会有什么变化呢？我慢慢地学着自己写程序了，照着别人的程序写，按照自己的想法写，感觉学习单片机并不难，只要多和网友交流、多看书、多动手、多思考。我享受着玩单片机时那种无法言表的兴奋和快乐，现在我将所了解的与大家分享，希望更多的爱好者朋友也能享受到单片机世界里的快乐。

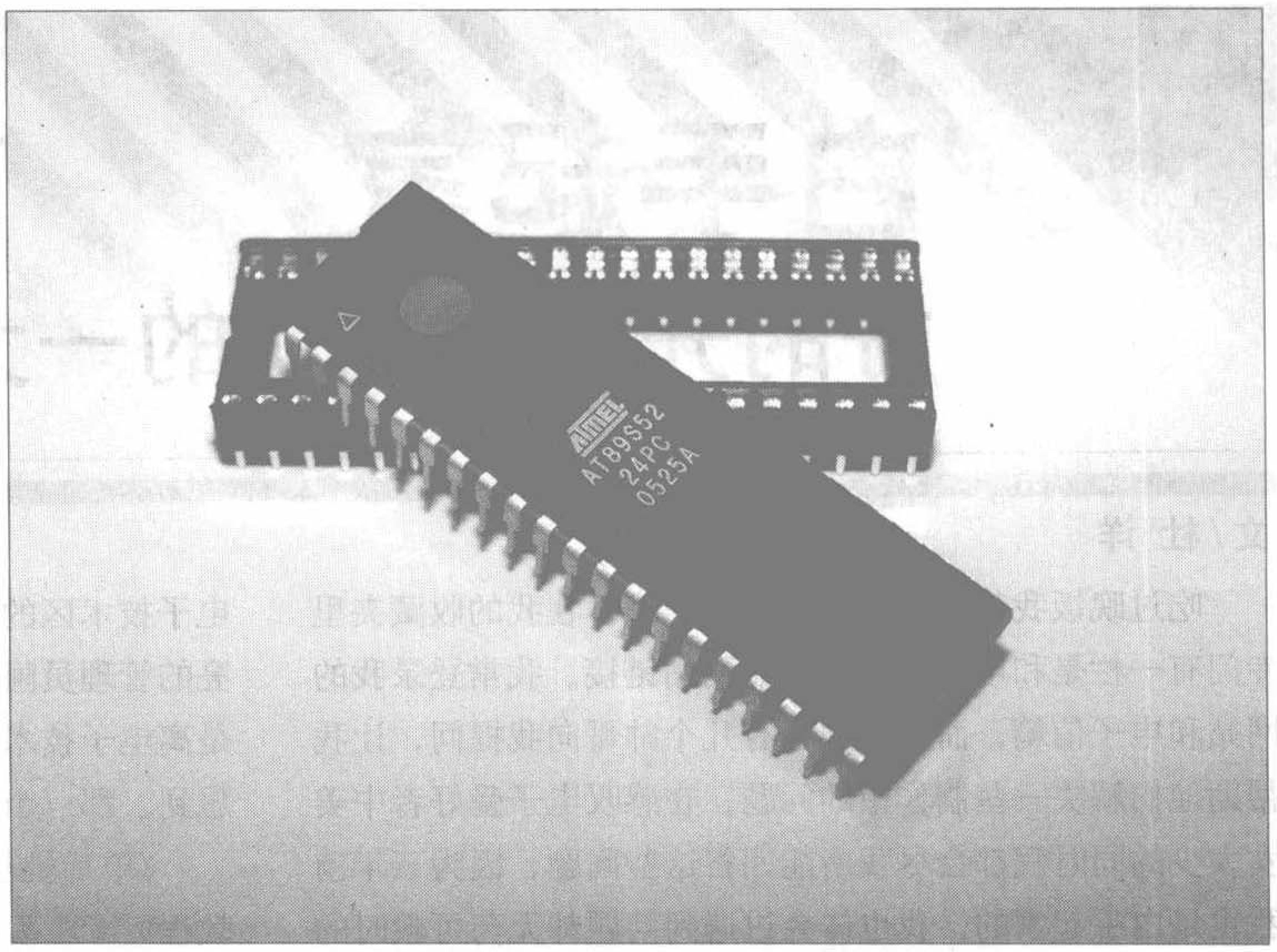


图1 AT89S52单片机和配套的芯片座在一起

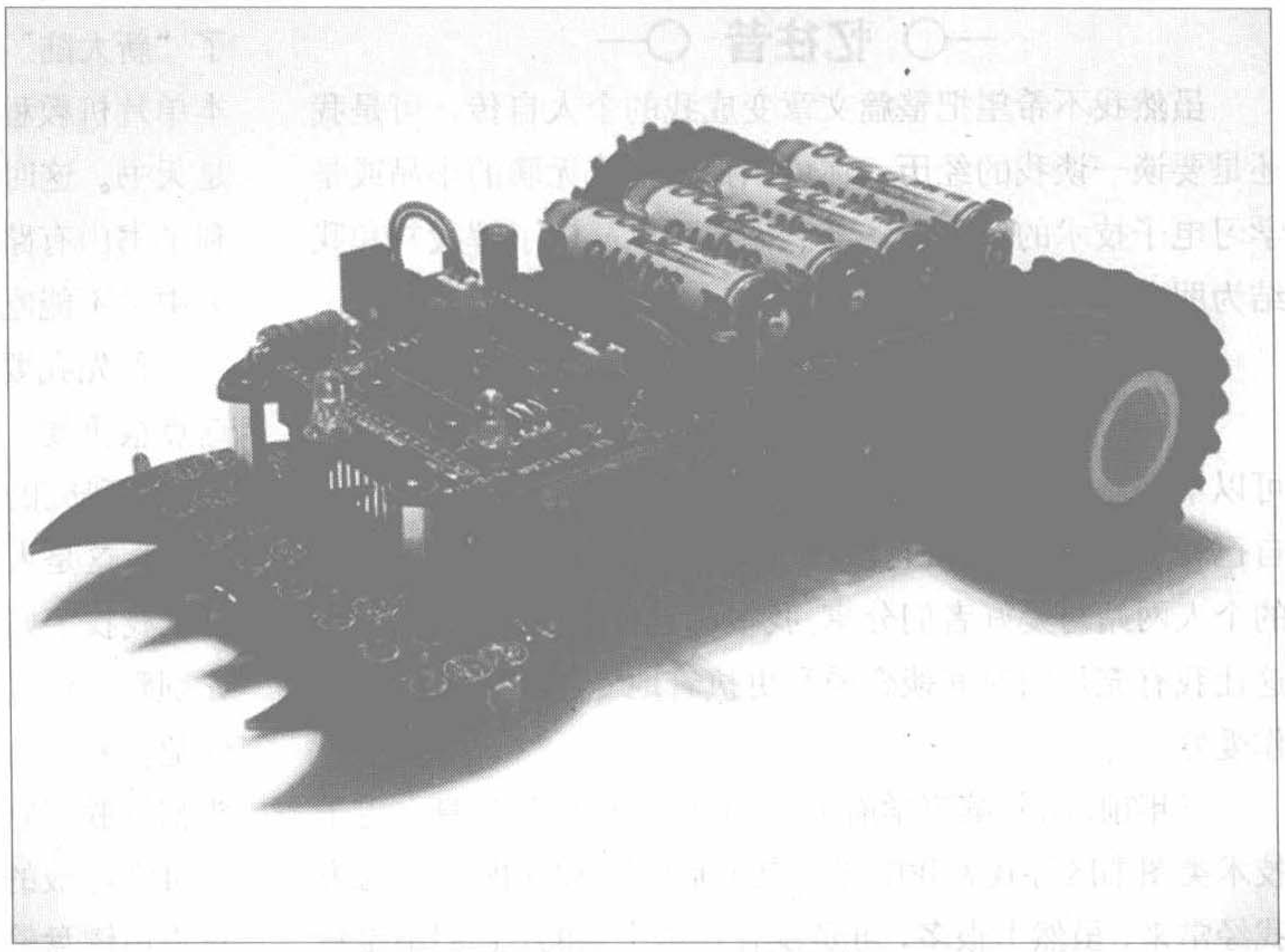


图2 用单片机设计的机器人小车

何方神圣

依我看单片机就是一块在集成电路芯片上集成了一台有一定规模的微型计算机，简称为“单片微型计算机”或“单片机”(Single Chip Computer)。简单地说单片机是一种可以输入程序的微型计算机，也就是大家所谓的电脑。它是以一种集成电路块的硬件形式出现的，图1是一种常用单片机的写真照片。即一个黑黑的塑料外边伸出了几只金属脚，好像一只刚从墨水里爬出来的多脚虫，到现在我也没弄明白为什么芯片只用黑色而不用美丽的天蓝色或是活泼的橙红色。可以通过向单片机的内部输入一个你想让它干什么的程序，它就可以按照你的吩咐为你服务了。那单片机这东东到底可以干什么呢？难道可以帮我们洗衣、做饭？可以当老婆吗？是呀，其实我们现在的生活电器中大多都用到了单片机，我们的洗衣机里就用到了单片机控制，可以设定好洗衣时间，按时上水、按时脱水。我们家中的电磁炉、微波炉也用到了单片机，由它控制火量、时间。这样一来单片机真的可以为我们洗衣做饭了。图2～图4所示是单片机的几个应用实例。至于能否当老婆，这项技术还有待进一步开发，不要对此抱太大希望。由于单片机是用程序进行控制的，所以节省了许多的硬件电路，而且让电路更加精准、小巧。如果各位朋友有一定电路制作基础的话，学起单片机来就会更加容易了。因为单片机的硬件部分的学习需要有数模电子技术为垫脚石。

现在的单片机及嵌入式系统应用真可以说是无处不在了，上到卫星、导弹，下至手机、MP3、空调无不涉及。采用单片机与嵌入式系统技术进行开发是未来高精尖科技领域不可逆转的发展趋势。

说了这么多，有朋友会问了：单片机这么好，贵不贵

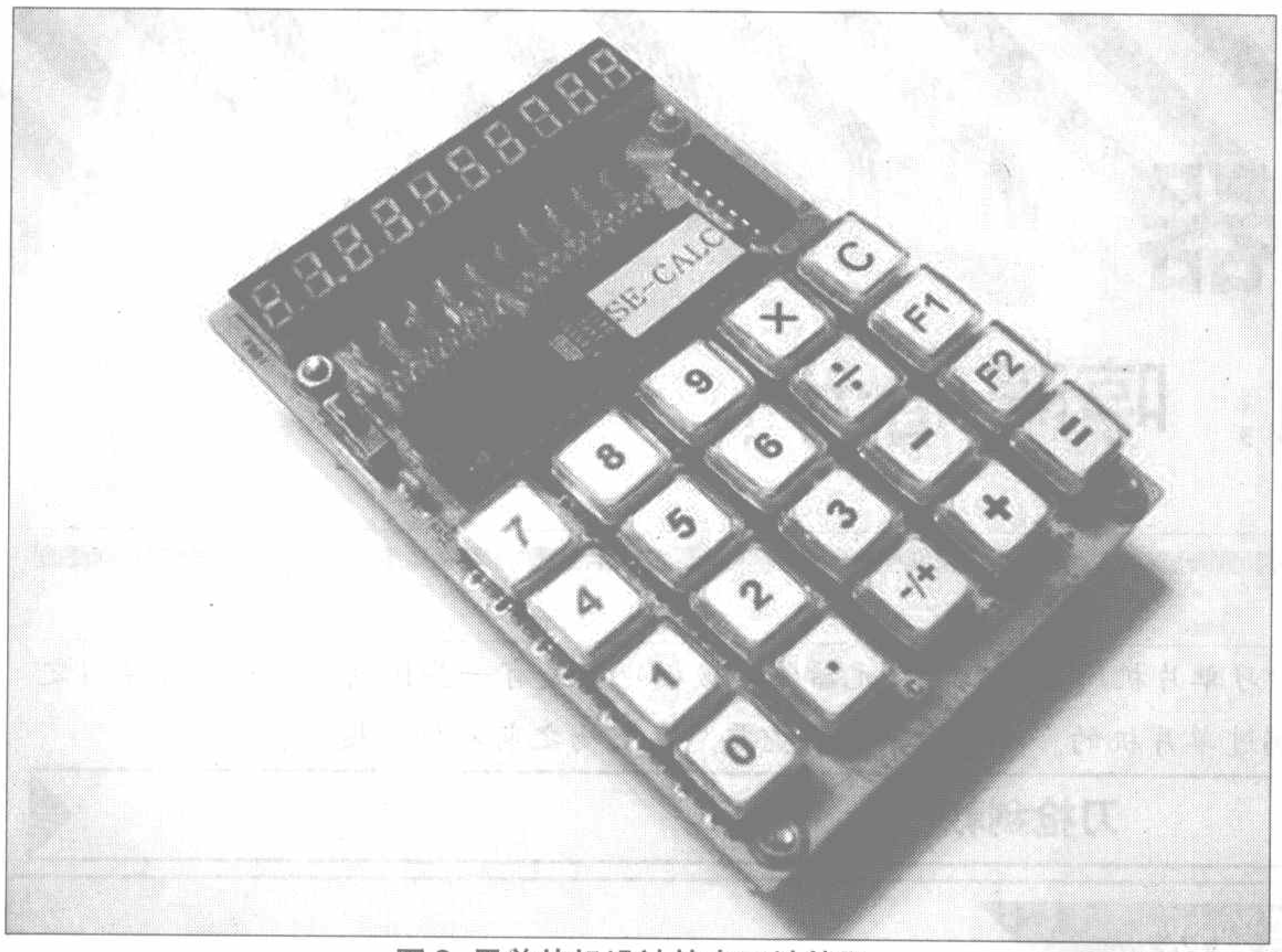


图3 用单片机设计的电子计算器

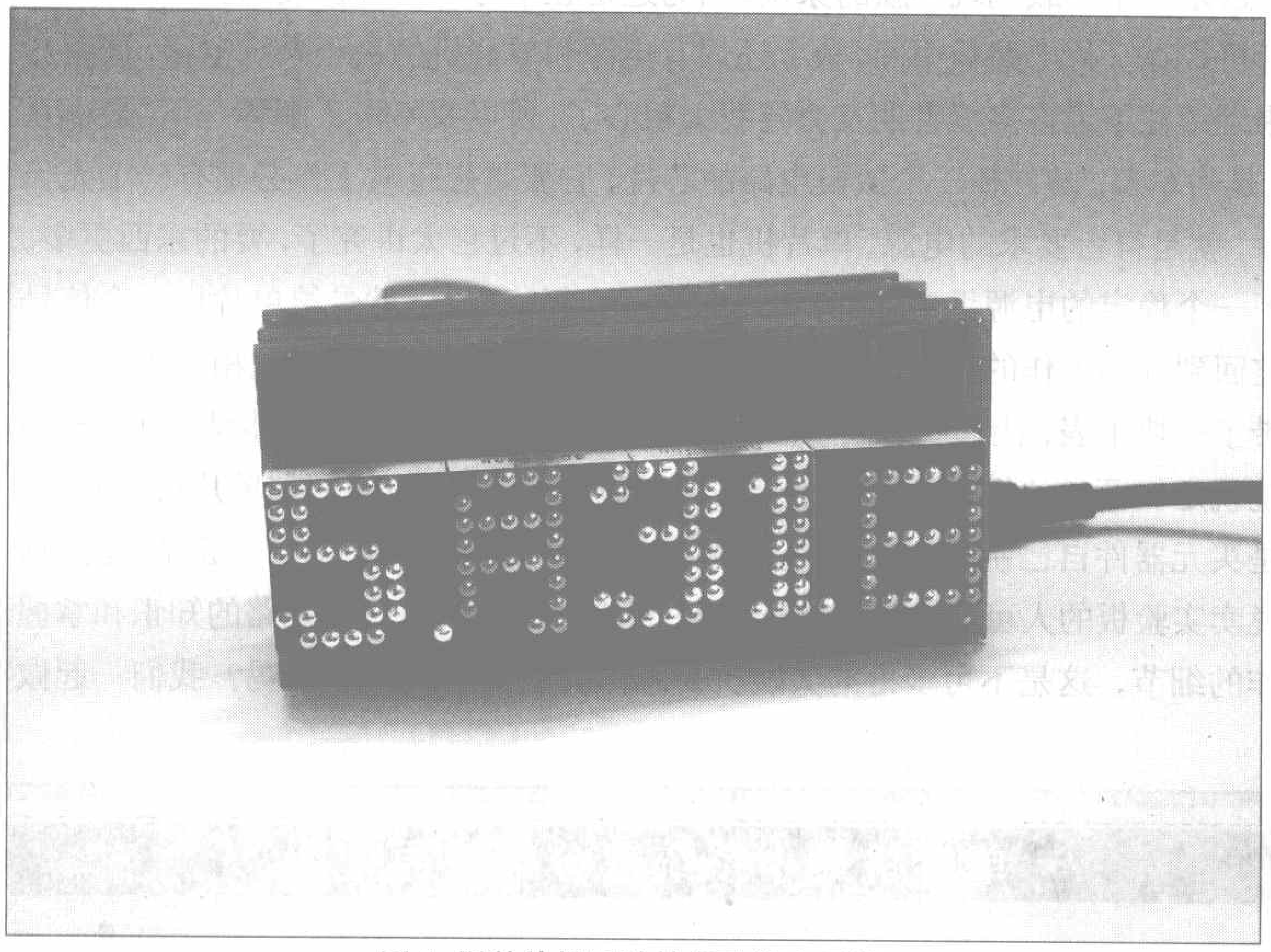


图4 用单片机设计的多功能电子钟

呀？哪里能买到呀？我应该怎么学单片机呢？大家不要急，俺来说两句。单片机虽然是一种比较高级的电子产品，但并没有我们想象的那么高不可攀。大多数爱好者入门常用的单片机是51系列单片机，这种单片机技术是比较成熟的，在国外已经有了几十年历史了，可以说不管是它的稳定性还是可靠性都尽乎完美。而这样的一块单片机（以AT89S52这一款较常用的单片机为例）价格却不超过10元。这种单片机在各大电子元器件市场均有销售，物美价廉、童叟无欺。只要是有一些数模电路基础又愿意认真看这篇文章的朋友都可以学会，学习单片机就像爱情一样，不分年龄、距离、身份、穷富。在今天，单片机技术已经有了非常大的发展。各种不同功能、用途的单片机也层出不穷。目前据我了解，单片机家族中有以51为内核的单片机（如89S52、89C51、89LPC231），AVR单片机（如90S1200），PIC单片机，凌阳16位单片机等。但这里使用最广、资料最多、也是最基本的单片机就是以51为内核的单片机。51内核的单片机80C51是INTEL公司最早推出的一款8位的单片机。后来的不少大公司如ATMEL、PHILIPS、STT都借用80C51系列单片机的内核开发出了有自己特色的单片机产品，目前初学者学习、实验最广的当属ATMEL公司的89S系列单片机（如89S51、89S52、89S55），该系列单片机也是51内核并支持ISP（In System Program，在系统编程）下载程序功能，是进入单片机世界的不二法门。

千金一诺

政界的民主选举总是一种能力和技巧的较量，候选人往往会向选民许下承诺，如果在他就职之后会实现怎样的目标，选民们为此疯狂或不屑一顾。我觉得这个游戏很好玩可以树立信心又给自己充足的动力实现诺言，我也想如法炮制，给自己一点压力把故事写好。

亲爱的朋友们，只要你认真看过这篇文章我将兑现以下的承诺：

★ 你将了解单片机是什么和一些关于它的故事。也许这在上文已经实现。

★ 你可能对单片机产生学习兴趣。能从头一直看到这里的朋友应该是已经有了兴趣。

★ 你可以了解学习单片机的软、硬件条件和一般使用方法。

★ 跟随文中的制作部分可以建立起一套可爱的单片机学习、实验环境。

★ 跟随文中的制作部分可以制作出以单片机为核心的实用小作品。

★ 完成以上内容，你的经历将会给你更多。

如果在我煽动性的言语下让你产生了兴趣爱好那是最好不过了，爱好是我们学习最好的老师，如果你真的有了这方面的爱好就尽力发挥它吧。

十八般兵器
快使用单片机，哼哼哈兮！

文/杜 洋

孔子说："工欲善其事，必先利其器"，学习单片机所用的工具、元器件和数模电路是有一些区别的，我们在学习之前最好先备齐它们，至少让外人看出我们是搞过单片机的。有几样东东很重要，在上场之前不得不提及。

刀枪剑戟

一台电脑

这在日后写程序或是下载程序都是必需之物。现在的新款电脑越来越不适合单片机学习了，或者说单片机的设备也应该更新换代了，一般常用的9针串口和25针并口多数被方方正正的USB接口所取代。更新推出的操作系统对开发软件支持并不很好，建议大家使用WIN XP或WIN 2000系统。不用考虑CPU速度和存储空间，同时电脑要有9针的串口和25针的并口(打印机接口)，如果没有可以用USB转换器扩展，不过其效果不如"原配夫妻"。

实验板

这是一年半载也玩不腻的家伙，因为这是在学习中不断扩展的。它是将一块单片机焊在一片电路板中间，板上还焊有电源和单片机的最小系统电路，见图1。如果继续往下说许多读者朋友会骂我太粗心了，所以我不得不解释一下"最小系统"是啥东东。随便抓一个数模电路的芯片，它要是想正常工作必须有一个先天条件，就是符合要求的电源。单片机也是一样，不过它太讲究了，要的东西更多。除了一个稳定的电源供电之外，它还需要一个复位电路，就是给单片机一个信号让它回到开始工作的状态。同时晶振部分电路也是必不可少的，这相当于给单片机带了一块手表，让它有时间观念，知道自己什么时候该干什么事情。总之最小系统就是保证单片机正常工作的最基本电路部分。OK，再说回到单片机实验板。我是买元器件自己制作实验板的，我感觉没有必要多花钱去买一个成品，虽然这样说卖实验板的人可能会扁我。自己动手可以学到单片机硬件电路的知识和掌握制作的细节，这是不可多得的实践机会。你决定实验板DIY了吗？我们一起做吧！

ISP下载线

从电脑向手机下载图片或音乐一般都有一条连接线，再配上手机专用的软件就可以让手机丰富多彩了。单片机也可以用这样的方法，虽然这不是唯一的方法，但这较适合一般的单片机学习，好而不贵。ISP下载线就是一个设计有简单电路的单片机程序下载工具，它就像塑造生命的天使，配上小巧的ISP下载软件就可以施与单片机灵魂。虽然我们不是上帝，但在后文我们先要亲手塑造它，先做好心理准备。

单片机最小系统部分电路原理图

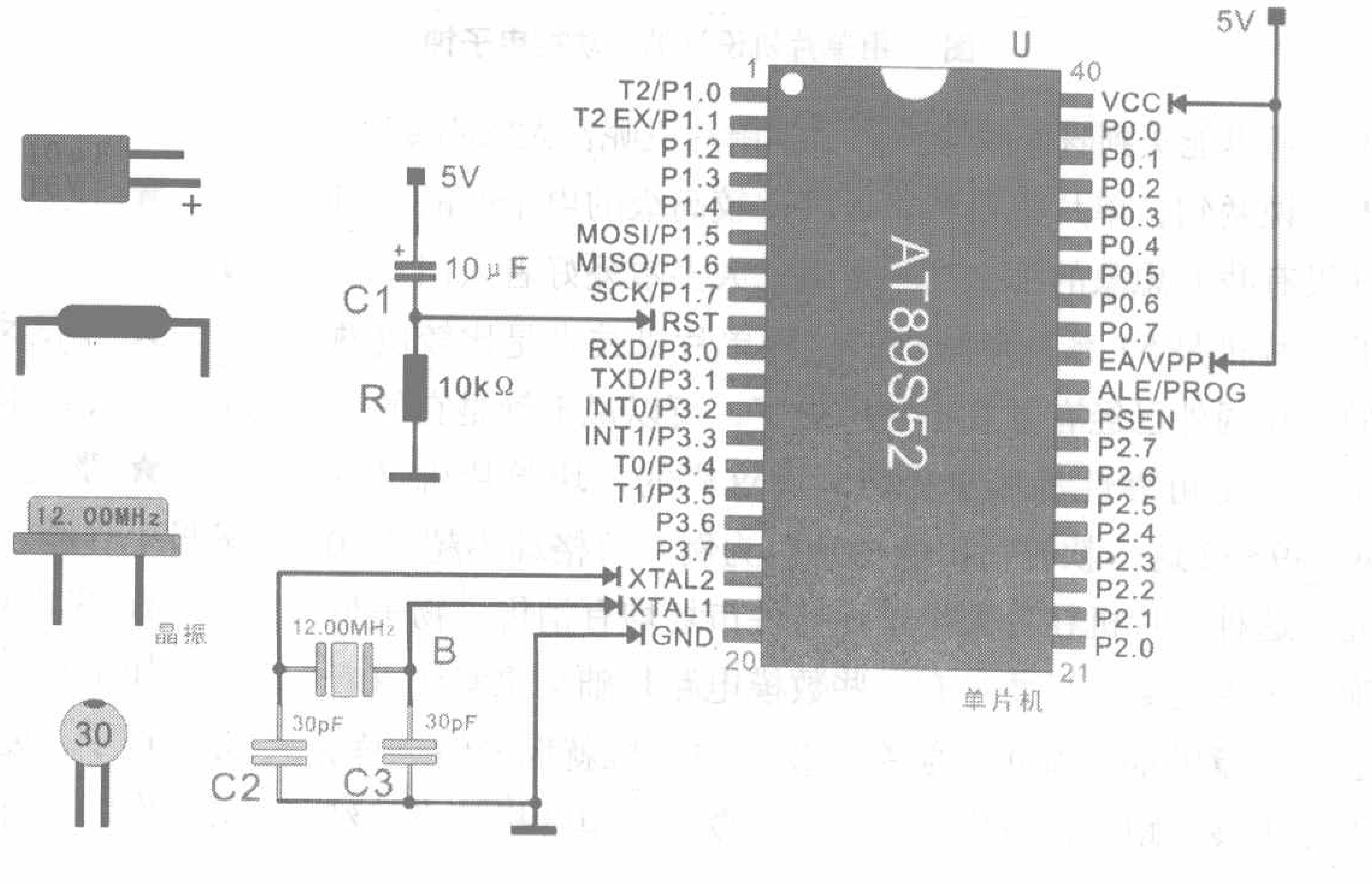


图1

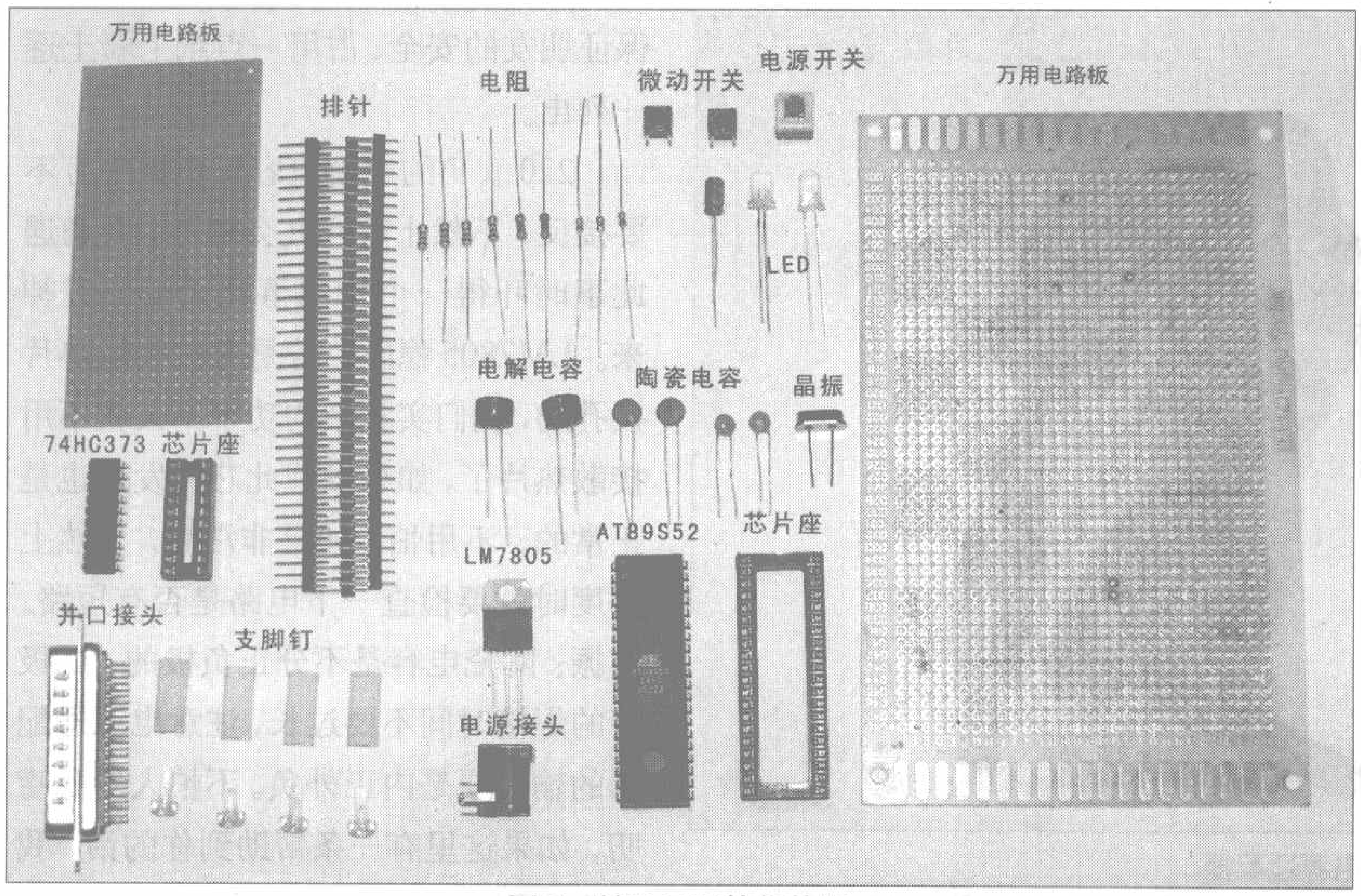


图2 所需元器件集体照

满信心。如果你到电子市场去逛我得唠叨两句，省得闹出专业技术级笑话。AT89S52单片机是分为工业级（PI）和商业级（PC）两种，区别就是工业级的工作温度范围更宽，也就是比较抗冻。对于我们学习就无所谓了，哪个便宜买哪个吧。如果买不到AT89S52也可以买AT89S51或是与89S系列兼容并支持ISP功能的单片机。30pF的电容只是为提高晶振的精度的，如果只是做一些小实验的话买不到不接也行。万能电路板要买大一点的，别以为现在的元器件放上去正好大小就行了，我们的学习才刚刚开始，以后还有好多单片机的外围功能要学呢，如果没有地方放元器件了就得外扩电路板再用排线连接，弄得像蜘蛛精似的。我个人认为A4纸大小的万用电路板是最合适的选择，总之要“我选择我喜欢”。还有一些东东虽然说出来有点啰嗦，但对于一个电子爱好者是必不可少的，包括焊接用的电烙铁、锡丝、助焊济、导线、镊子、剪线钳、一双勤劳灵巧的手和一颗热情执着的心。

附表 实验板DIY元器件采购清单

品名	型号	数量	单价(元)	说明
单片机	AT89S52	1	6.0	ATMEL公司的经典单片机，我们以其为例
IC座	40PIN	1	0.5	单片机的IC座便于取下单片机
无源晶振	12MHz	1	0.8	两个引脚的金属壳最佳
锁存IC	74HC373	1	1.0	注意与74LS373不通用
IC座	20PIN	1	0.3	用于74LS373
万能电路板		2	3.0	传说中的洞洞板，可以背面接线的那种
5V稳压IC	LM7805	1	1.0	5V 1A 买那种带散热铁片的
LED	φ5	2	0.3	普通的发光二极管，颜色随便
微动开关	5×5×6	1	0.4	常说的小按键，无自锁
自锁开关		1	0.5	用于总电源开关，有自锁
排针	2.54mm	N	0.1	用于插接扩展
电源接头		1	0.8	选择和你的适配器相应的接口大小
电源适配器	9/12V 2A	1	10.0	买质量好的电源适配器是必要的
并口接头	25PIN公	1	1.5	ISP下载线与电脑连接用
支脚		4	0.05	支撑电路板用
电阻	10kΩ	1	0.02	多买一些备用没坏处，而且到了电子市场只买几个电阻、电容也没人搭理你。
电阻	470Ω	2	0.02	
电阻	2.2kΩ	2	0.02	
电阻	100Ω	4	0.02	
电容	15pF~30pF	2	0.05	晶振电路部分使用，15/20/30pF皆可
电容	10μF	1	0.1	
电容	0.1μF	N	0.05	用于电路的滤波，多买一些备用
电容	220μF	2	0.2	

忘了是哪一部抗日题材的电影里有一句经典台词：“别看你今天闹的欢，小心将来拉清单”。当时我还真不知道这话的意思，但我写到这里的时候我终于明白了，闹了这么长时间单片机，今天终于到我拉清单了。附表所示这个清单列出了学习单片机所需要的兵器，这是在成家立业之前必要的条件，里面我列出了大概的市场价格以防被黑。各元器件的外形如图2所示。其实满打满算学习单片机也要不了几个钱，一般的元器件也就几块钱。几块钱能买什么？买不了房子买不了田，买几个元器件能用好几年。必要的时候可以和卖元器件的老板砍砍价，你砍得多省得多，回去能买辆自行车。

可以直接拿单到电子市场买到，附近没有电子市场朋友也可以在网上邮购，你一定会千方百计弄到的，对此我充

也许你早就发现这篇文章与其他文章写作方式的不同，我不知道这会让你眼前一亮还是眼前一黑，不过卓尔不群之处还不止于此。一张直观而清晰的图片要比书本上想方设法跳跃起来的文字更容易让人印象深刻，下面的制作过程你将会发现我在竭尽全力地发挥“图文并茂”的优势特点。从元器件的集体合影到成品的写真照片，总是把你从茫然的想象拉回到真实的制作情境，当你觉得没必要介绍得如此详细时，请想到那些从零开始又满怀热忱的爱好者朋友。

假设你已经买来了上面的所有元器件和工具，并已经吃饱喝足准备开始制作了。我也只能这样假设，否则我们的制作是不能向下继续的。其实我是想先制作ISP下载线的，可是看到你迫不及待想玩单片机的样子我也只好改变主意。那我们就先来制作单片机实验板吧！

铁锤磨针——单片机实验板DIY

实验板上主要有三部分电路：电源部分、单片机最小系统部分和功能扩展部分。因为我们只是刚开始实验，功能扩展部分我们只焊接一个发光二极管和一个按键开关做一些简单的实验，完成了这些实验之后我们就基本熟悉了

图3　电源适配器

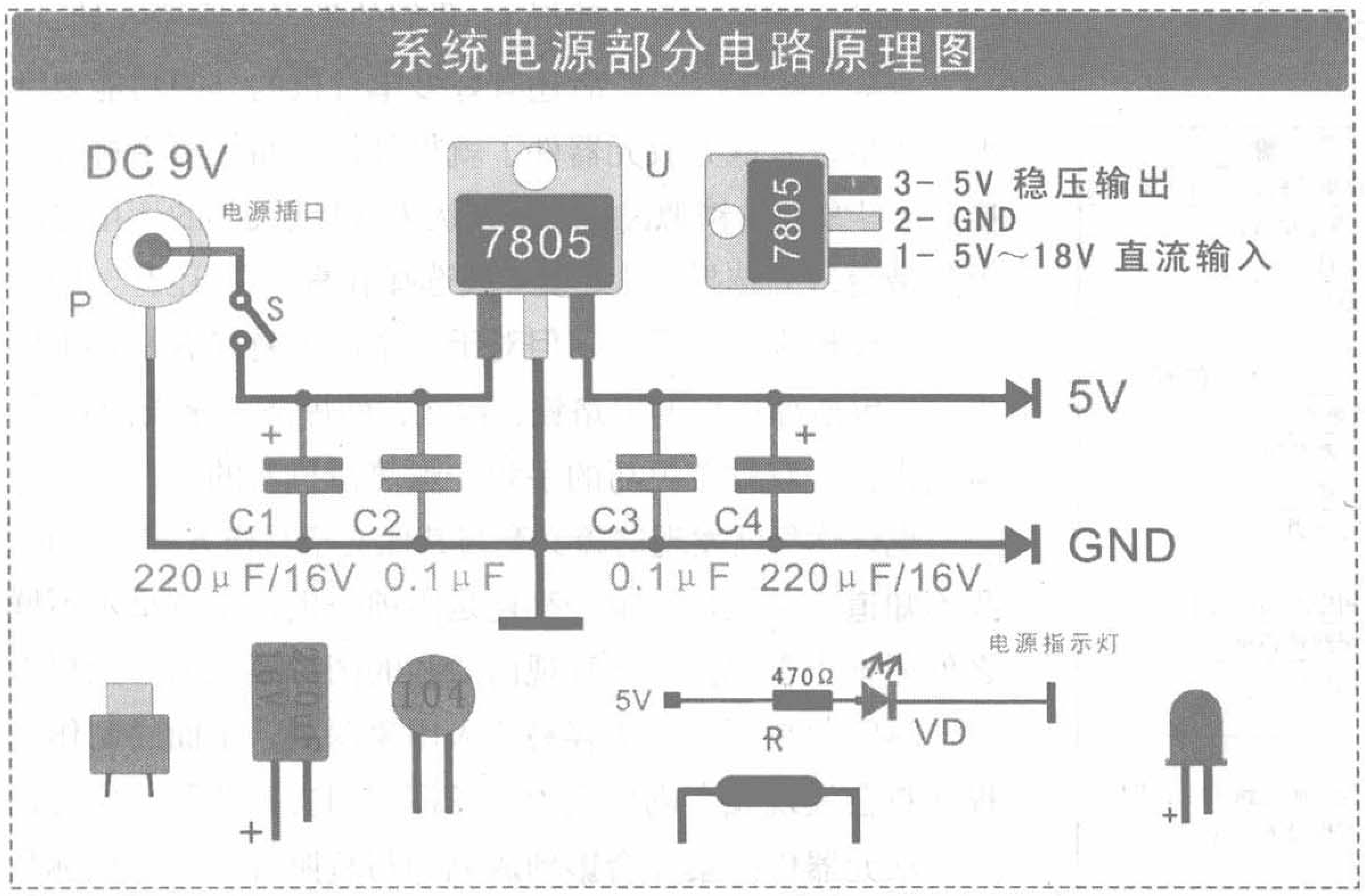


图4　电源部分

保证朋友的安全，占用一点纸上疆土逐一列出。

220μF的电解电容正负极千万不要接反，不然十有八九会爆炸，我遭遇此事时吓得一个女同事几天没回过神来。LM7805稳压芯片是有一个散热片接孔的，我们实验板的功率不大就不用接散热片了，如果发现此芯片发热也是正常的，不用怕。如果非常热，发热上百度时就要检查一下电路是否有短路。晶振、陶瓷电容是不分正负极的，二极管的焊接时间不要过长，注意电源适配器的输出要是内正外负。不怕人骂我唠叨，如果这里有一条帮助到你的话，我就很欣慰了。

在电路板的走线方面我是用的锡接走线，这样可以保证电路稳固又美观简洁。在锡接走线之前可以先考虑好整个电路的布局，电源部分尽量放到一起，单片机最小系统放在实验板的中间，这样扩展电路方便一些。先用水笔画出走线图，当确定无误再用锡过线。焊接的时候单片机不要插在IC座上，先焊好IC座，当电路全部完成后再上芯片。如果是想用飞线的方法也可以，不过这么简单的电路用飞线好像没有必要。单片机IC座的下面是一个不错的楼盘，一些占地方而又很重要的元器件可以挤一挤放到下面去，外表美观又保护了这些元器件，如图6所示。这是我在长期制作中实践出来的好方法，不到一分钟就转让给你了。

单片机的使用流程，再学习其他功能时，只要将此功能用到的元器件焊在实验板的空地儿上并连接到相应的单片机引脚就可以了。例如我们要学习DS1302时钟芯片我们就把芯片和相关元器件焊上，通过对应的程序下载到单片机来实验。按照传统习惯我们先在开发板上焊接电源部分电路。

电源部分是比较容易的，集成稳压芯片解决了电源稳压问题。理论上的电源输入是5V～18V，可是实际应用存在许多理论界想象不到的问题，细心的朋友可以发现电容的耐压值决定了一个更小的选择范围。建议大家用9V 2A或12V 2A的电源适配器（俗称变压器）作为市电的转换，我的实验中暂以12V 2A的为例，图4是电源部分电路原理图，图5是单片机最小系统部分和功能扩展部分电路原理图。

还有一些细节问题可能会导致你的恐慌，我也有必要

建议在制作好电源部分后在不插入单片机时就通电一次，并用万用表测一下输出电压是不是5V，电源部分的一点失误导致的后果相当大。本文中的设计是将电源部分制作到实验板上，ISP下载线是通过一条排线插到实验板上留出的端口上，用实验板的电源给ISP下载线供电，整个设计只用到一个电源部分。

别以为我是只说不练的家伙，我可是按照文章先制作了一遍的，这样我才有资本指手划脚。图2所示是制作实验板和ISP下载线用到的所有元器件，我们要做的就是把它们组装起来，我仅用了两个小时就完成了制作，而且其间我还要拍照片和考虑怎么写下面的内容，现在可以想象你的任务并不复杂了吧！准备好了吗，开始行动吧！

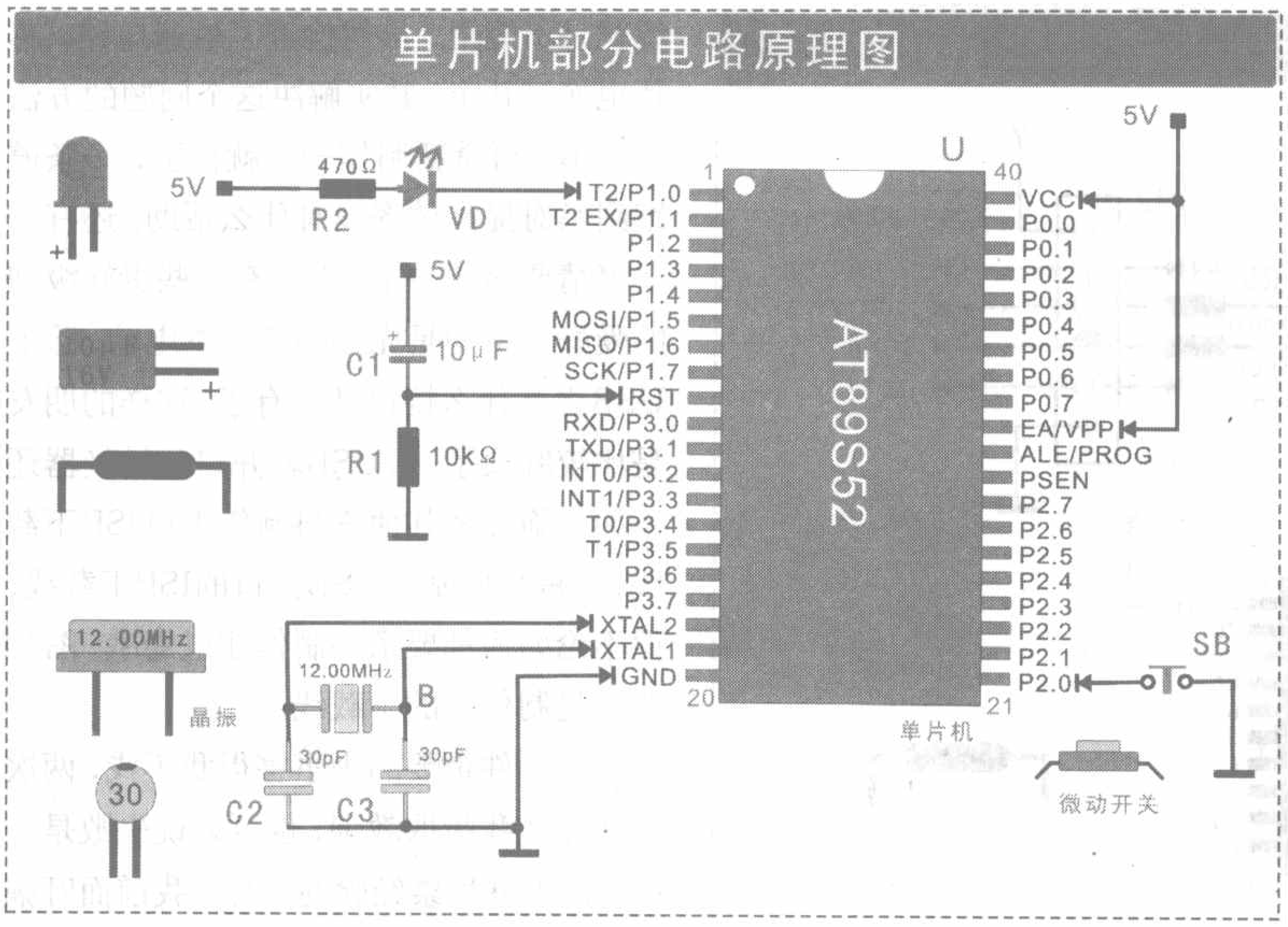


图5 实验板单片机系统部分

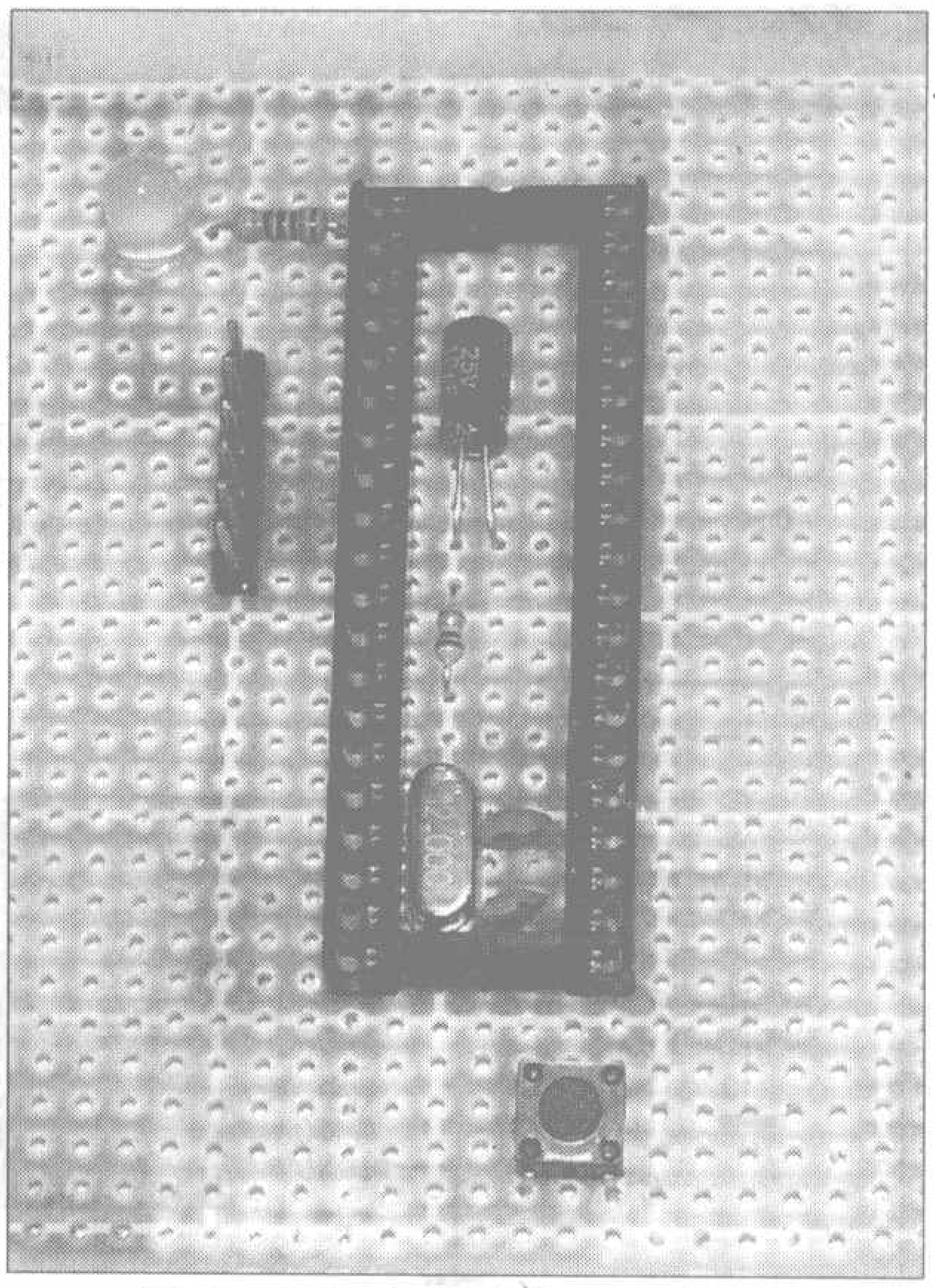


图6 部分元器件隐藏于芯片座内

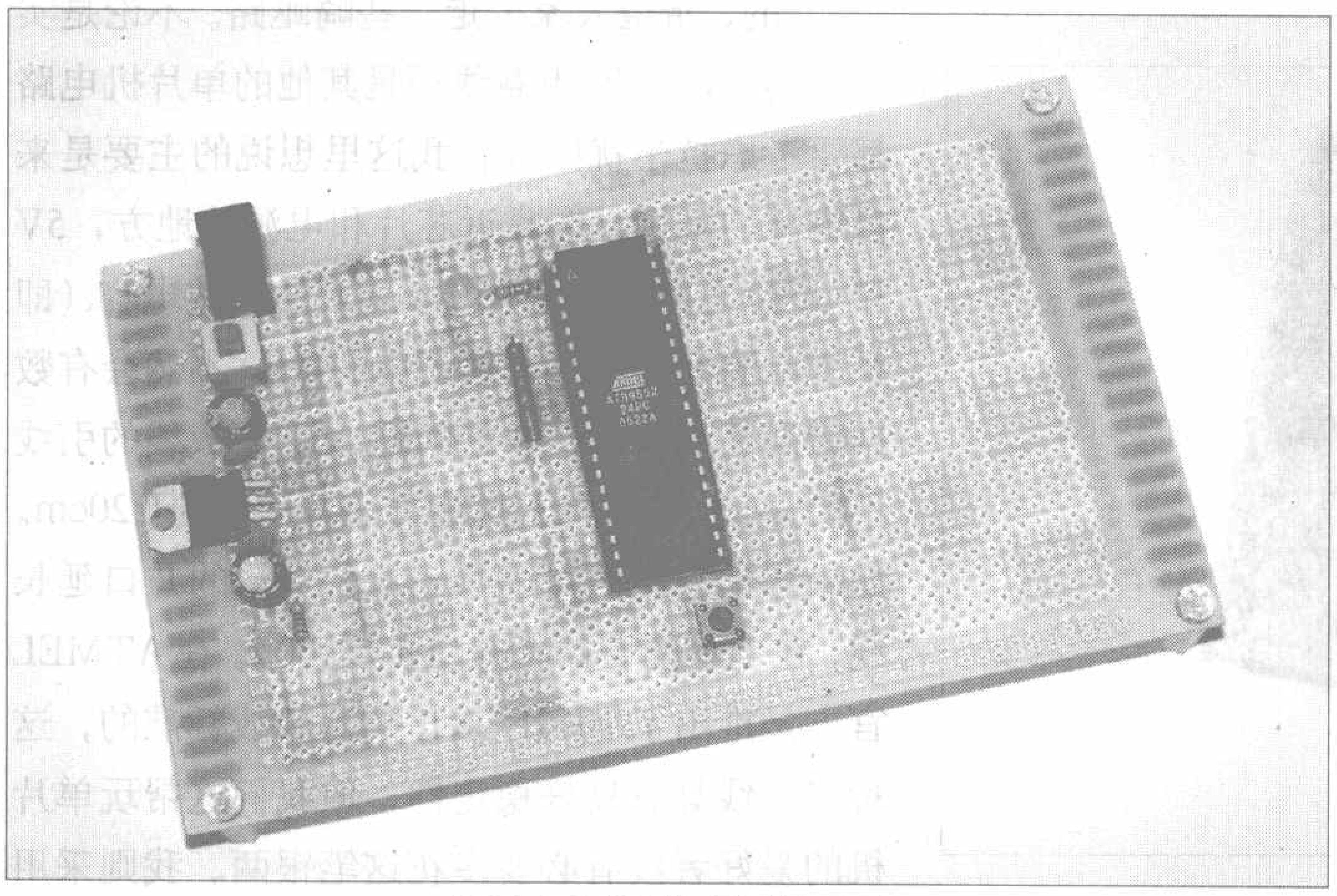


图7 完成后的实验板正面

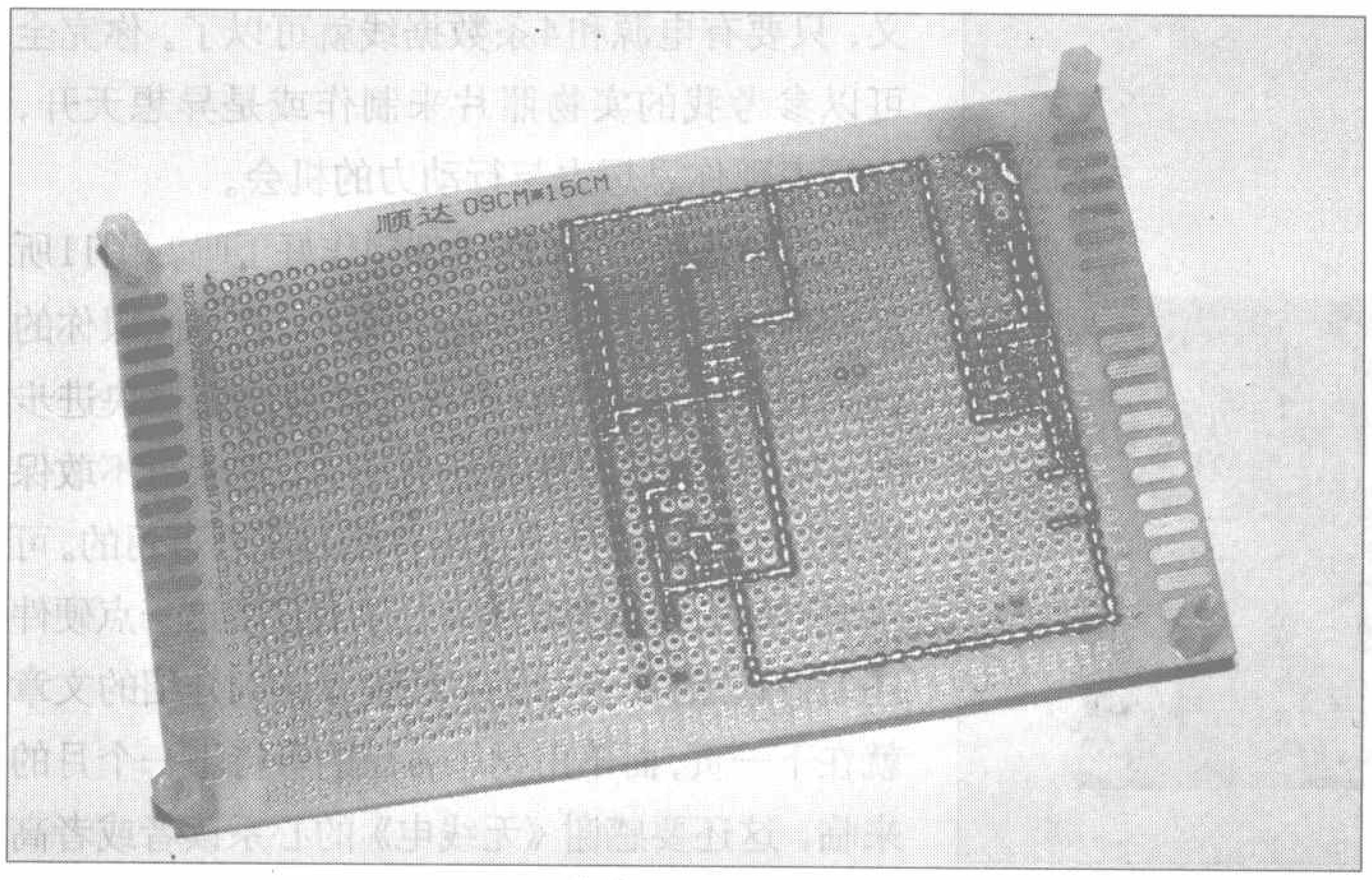


图8 完成后的实验板背面

图7、图8是制作好的实验板，你制作好了吗？我只能再一次假设你的制作是成功的。也许你还有一些问题没有解决，而我在文章里却没有提到，也许是我忽略了什么或是答案故意躲了起来，那就在仔细看看电路图和实物照片吧，它们是最佳的制作参考系，这样一个简单的电路并没有比双稳态的声控开关电路复杂，它是深藏于内、厚积薄发的。OK，现在一切完成可以通电了，按下电源开关，电源指示灯亮了，看看接到P1.0接口上的LED是什么状态呢？是不是每隔一秒钟闪烁一次呢？是这样的现象吗？不是？哦，不是就对了，因为我们还没有给单片机写程序呢，它现在还不知道你要让它干什么呢，只能呆呆地等在那里。虽然我们希望尽快让LED闪烁起来，可是面对科学还是要理智一些才行。一根ISP下载线可以帮我们实现程序的下载，前面我讲ISP下载线的好话已经够多了，你的耳朵都快磨破皮了吧？现在我们就来一起制作，趁着制作实验板的喜悦之情还没有冷却。

铁锤磨线——ISP 下载线 DIY

ISP下载线的电路如图9所示，简单得真叫人没法活了，制作它可以很容易找到成功的感觉，可是要注意许多老水手都是在阴沟里翻的船。我曾听说一位朋友不屑一顾制作完成的下载

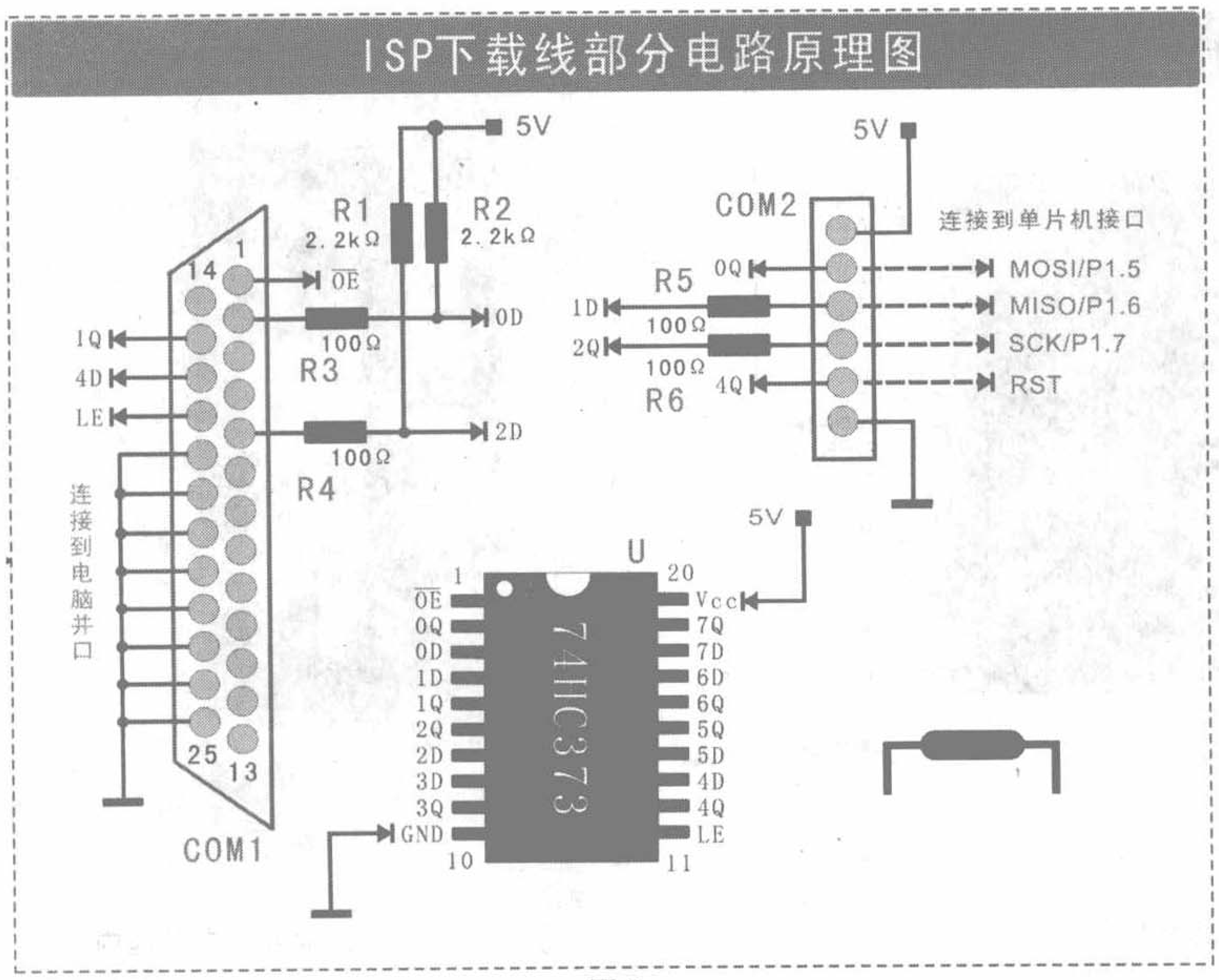


图9

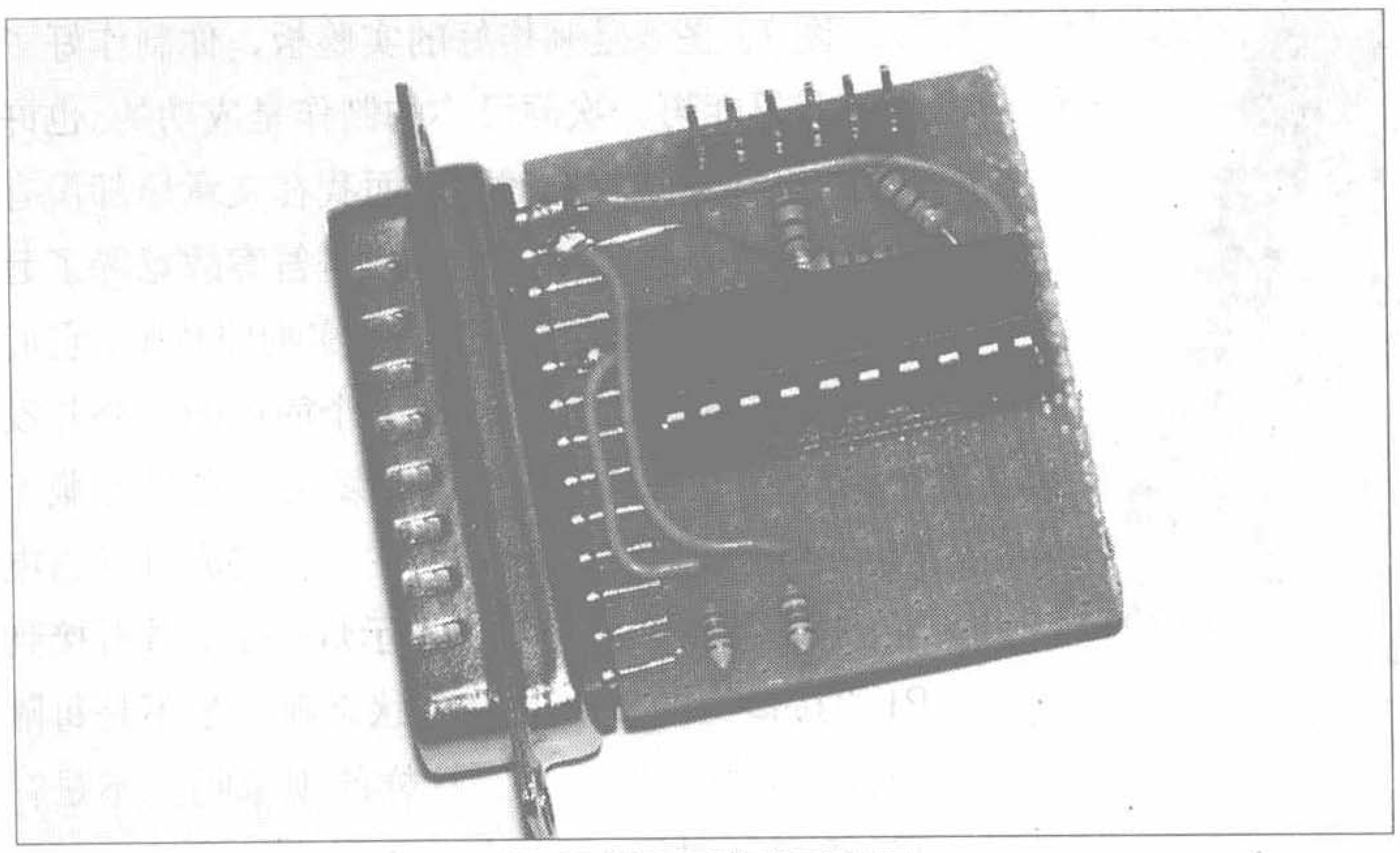


图10 ISP下载线写真照

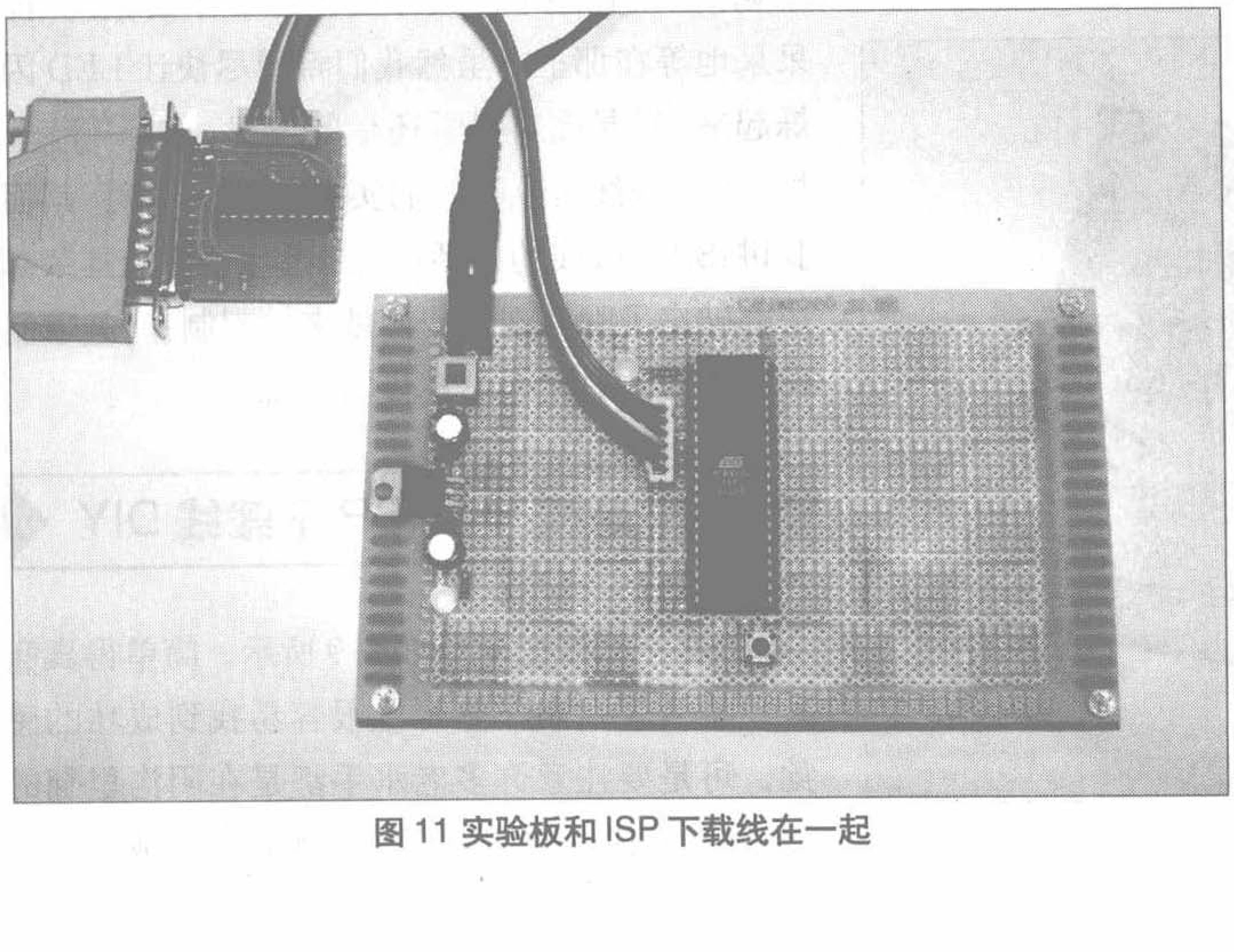


图11 实验板和ISP下载线在一起

线就是不能用，虽然检查了N遍电路，芯片也换了几个。其实解决这个问题的方法很简单，再重新制作一个就行了，一条道跑到黑对提高效率没有什么帮助。还有一些事情要提醒一下，因为有一些贵族级别的爱好者用的是先进的笔记本电脑，除了USB之外什么接口都没有了，这样的朋友是比较麻烦了，买USB转并口的转换器还不如干脆参考其他资料制作串口ISP下载线，或是直接制作USB接口的ISP下载线，但不论如何都要亲手制作才过瘾哦。图10所示是制作好的下载线。

有一件重要的小事害得我不浅，两次挫败才让我吸取教训，也可以说失败是好事，是不继积累经验的过程，我前面叮嘱大家注意的地方都是挫败之后才能写出来的，希望大家少走一些崎岖路。不论是实验板、ISP下载线还是其他的单片机电路都要考虑抗干扰问题，我这里想说的主要是来自电源的干扰。在靠近芯片和电源的地方，5V和GND之间加焊几片0.1μF的滤波电容（即系统电源部分电路原理图中的C3），不然会有数据错误甚至不能下载的问题。ISP下载线的引线不要太长，不然抗干扰能力差，一般小于20cm。如果想延长距离可以买一条公对母的并口延长线，在电脑的一端将并口扩展出来。在ATMEL官方是推出了10PIN接口的延长线标准的，这种接口线具有良好稳定性，但我们这帮玩单片机的爱好者没有必要多花这笔银两。我则采用最节省的6PIN连接线，接线方法可以自由定义，只要有电源和4条数据线就可以了。你完全可以参考我的实物照片来制作或是异想天开，这是表现你思想力与行动力的机会。

实验板和ISP下载线都制作好了吗？图11所示就是它们俩连接在一起的样子。真是佩服你的认真和耐心，这种优良习惯会帮助你很快进步的。如果不拿真枪实弹操作一次，老天也不敢保证还留有余温的两个电路作品是正常可用的。可惜要想从头到尾完成程序的下载仅凭这一点硬件还差得远点，幸运的是下载程序详细介绍的文章就在下一页，而不用朝思暮想的等待下一个月的来临，这还要感谢《无线电》的心系读者或者高瞻远瞩。翻开新的一页，我们继续前行！

成家立业
豁然间玩转单片机!

文/杜 洋

拔出插头，电烙铁慢慢凉了下来，即使你没有戴金丝边眼镜，下面的操作过程也可以让你显得更斯文一些。这是只与键盘、鼠标、显示器有关的故事情节，几片灰白颜色的软件窗口，嘟嘟的提示音，还有期盼成功并始终专注的眼神。其实我们完成了大部分内容，我们回顾一下看看：我们了解了单片机是什么、单片机能干什么、我们如何学习单片机、学习单片机的条件是什么、如何制作实验板和ISP下载线，了解了这些我既兑现了承诺也让你从中受益。下面我们聊聊软件使用和学习实验的一般操作，听上去好像很简单，但认真的状态依然不可放松。

在没有从宏观上了解事情的时候我们总会感觉茫然不知所措。你花了钱买这本杂志并不小心翻看到我的文章，煽动性的语言诱骗你喜欢上了单片机并一直迷迷糊糊看到这里我就已经非常开心了，除了以身相许之外我愿意为你做任何事情，包括详细介绍我们将会用到的一些软件和关于它们的故事。眼睛向下一扫，我虚张声势的把戏被你识破，明明就两个软件嘛，何必说得好像很多一样呢？请容我解释，这两个软件是单片机学习最常用的两个软件，而细述它们的功能都可以独立成书了。如果可以弄明白这两个软件的使用和常见问题，那么任何操作问题都难不倒你了。值得庆幸的是本文正为了这个目标而努力。

—○ ★ ISPlay v1.3-ISP 下载工具软件 ○—

还记得我介绍ISP下载线时的比喻吗？“从电脑向手机下载图片或音乐一般都有一条连接线，再配上手机专用的软件就可以让手机丰富多彩了。”所谓“专用的软件”就是我们现在要介绍的ISPlay v1.3。它是一款绿色版小巧的ISP下载工具软件，配合前面讲到的ISP下载线向单片机下载程序。你可以根据名称到网上找到它，下载后不用安装只要双击图标就可以运行，运行的窗口就是图1所示的样子。我这里仅以ISPlay v1.3为例，你可能下载到更新的版本，可能窗口和功能会有一些不同，不过都是大同小异的。

检测器件

第一次使用时都会用到这个功能，它可以测试实验板和ISP下载线是否工作正常，上一篇文章中没能对我们辛辛苦苦制作好的两个硬件进行测试，现在可以弥补一下了。首先把实验板、ISP下载线和电脑的并口连接好，给实验板通电。在软件窗口的左上方的下拉列表中选择你选用的单片机型号，我用的型号是AT89S52，然后点击后面的“检测器件”。所有单片机爱好者的心都关注着这一无比关键的时刻，放开鼠标左键的瞬间我们将面临成与败的分歧口，我们从文章的开始到现在所有的努力都系于这一次微不足道的点击。也许你不忍看到这一幕，没关系，闭上眼睛，用声音告诉你何去何从。当听到“嘟嘟嘟”三声则要恭喜你，我们的制作大获成功，在窗口下方的信息栏里同时可以看到器件的型号和特征字，见图2，欢呼之后我们就可以向下继续了。如果听到“嘟”一声则说明我们还要走一段回头路，信息栏显示没有找到器件，可能这只是我们的一时马虎大意而犯下的小错误导致的，也有重新插上电烙铁的可能。我现在从书里跳出来也不能帮你解决这个问题，而且还会吓到别人，该注意的我在上文已经说过，现在只能靠你自己了。

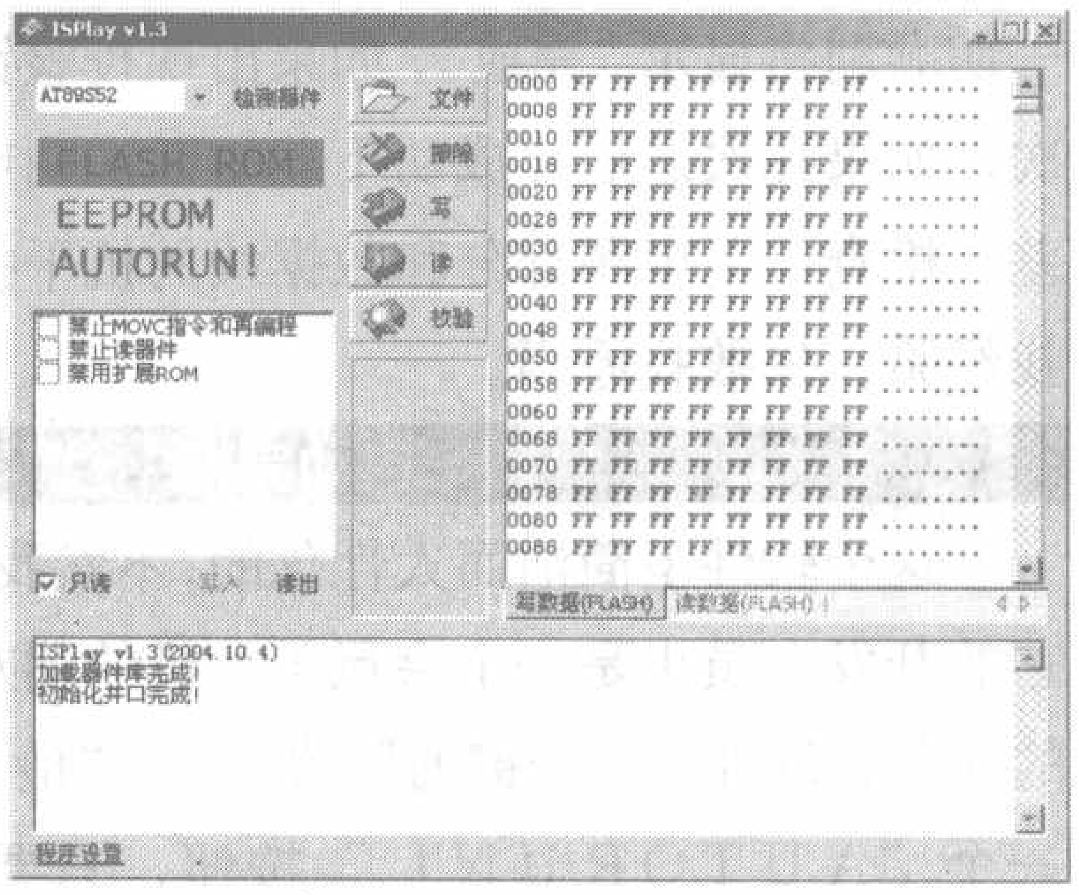


图1

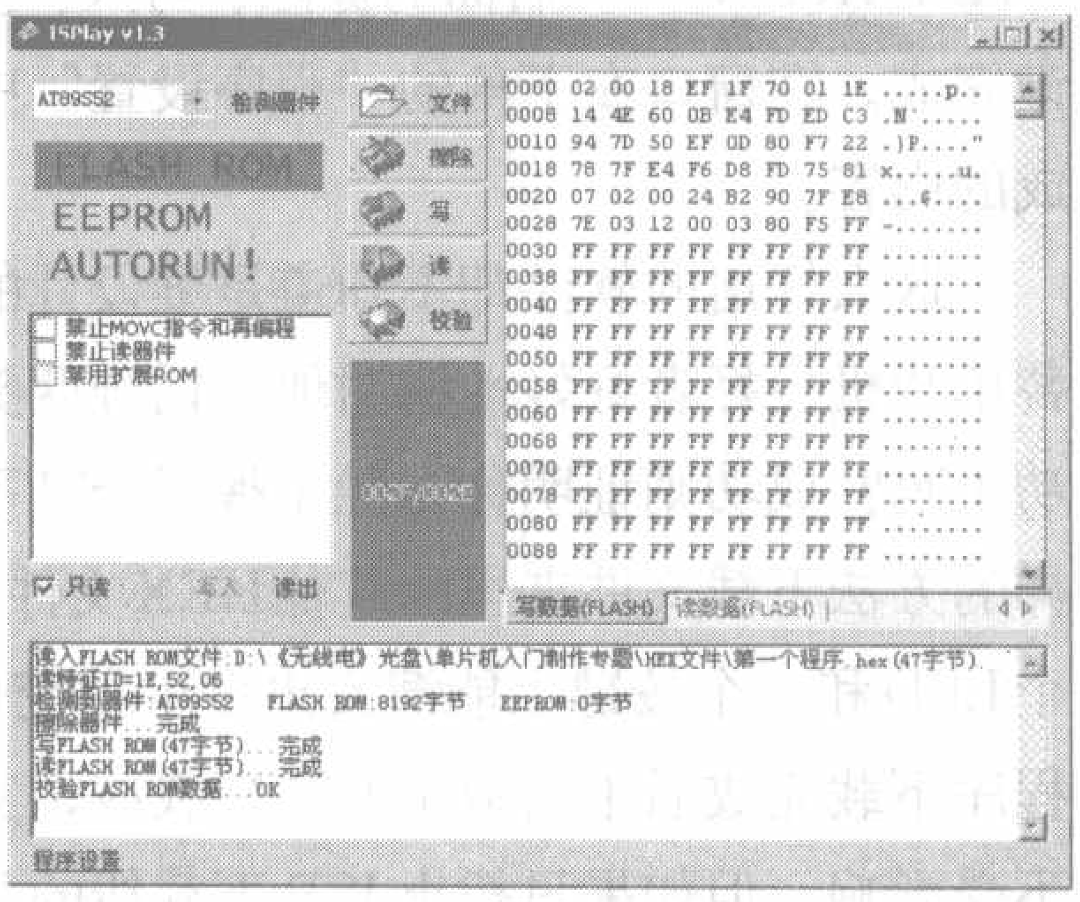


图2

打开文件

幸运儿们请点击“检测器件”右边的“文件”，弹出一个打开窗口，这里我们要选择我们需要的“.hex”文件。我在本期《无线电》杂志配刊光盘中放了一些“.hex”文件，我把它们集中放到一个叫“HEX 文件”的文件夹里，我们来打开“第一个程序.hex”文件。我还要唠叨一下，这个文件夹里放的都是HEX文件，如果你看不到扩展名可能是你的电脑设置问题，没有理由怀疑我的程序。

擦除、写入、校验

文件打开之后顺次点击“擦除”、“写”、“校验”。如果一切顺利将显示“完成”，如果出现校验错误则重头再来一次，如果几次之后才成功下载的话说明电路抗干扰能力很差，检查一下电源部分和数据线的抗干扰能力。总之成功找经验、失败找原因。

自动完成

这个软件是简洁而人性化的，不然我也不会推荐给你。它的开发人员也是一个会玩单片机的朋友，他知道爱好者的疾苦，设计了“一键通”的功能。“检测器件”的下边有一个“AUTORUN！”按钮，只要打开文件后点击“AUTORUN！”，后面的擦除、写入、校验都可以用这一键完成。在窗口左下角的“程序设置”中可以设置自动完成的内容。

这么好用的软件却不知道是谁设计的，不然我一定要替单片机爱好者好好地谢谢他。话分两头，现在你下载成功了吗？成功则证明你已经掌握了ISP下载的方法，用同样的方法下载文件夹里的其他HEX文件试试，看看在这一个LED和一个按键上能演义出多少种变化。值得注意的是程序下载完成后不用取下ISP下载线，实验板的程序运行不受影响，但如果只拨出ISP下载线的并口端而不拨出实验板端的连接线时，实验板上的程序可能会无法运行。这个下载软件的基本使用就是这样的，日后我们会经常用到它。泡杯茶歇一会，别走开下面内容更精彩！

★ Keil μVision2 C51 编译器软件

继续玩点更过瘾的吧，让你的天才想象力和创造力在单片机的地盘上得到施展。Keil μVision2 C51编译器（以下简称Keil，见图3）是一款优秀的编译软件，同时具有仿真调试的功能，我们一般的C51系列单片机都是用这个软件开发程序的。换句通俗的话说，只要我们学会了它就可以修改程序或是自己从头写程序了，在这之后你将征服单片机。关于Keil的介绍我就不多说了，其它单片机入门文章里说得多了，而且对于务实派爱好者来说这并不重要，只要把它玩转了比什么都强。

图3

Keil编译器安装程序可以到www.keil.com网站下载设有代码大小限制的免费试用版，就是说我们写的程序大小不能超过2K字节，否则不能编译、格杀勿论。初出茅庐的我们现在也写不了太大的程序，先用这个将就一段时间，如果以后有需要可以通过其他途径得到正式版的，随着了解的深入你终会想办法弄到的。

Keil的安装不想多说，和其他软件的安装方法大同小异。双击安装文件的图标之后就按默认设置“下一步”、“下一步”……“完成”就可以了。我为此特意在我的电脑里试验了这个过程，保证你学得舒心、用得放心。安装好后在桌面和开始菜单里会多出Keil μVision2的图标，双击运行。这里希望大家下载一种已经在网上流行的Keil汉化版补丁，它可以将菜单和各种信息都变成中文，不论是我们的使用还是我的说明都要方便许多，这与我的英文水平很烂也有一点关系，这里我们也以中文菜单的版本为例。图4所示的窗口就是Keil的主窗口，看上去灰灰白白的没

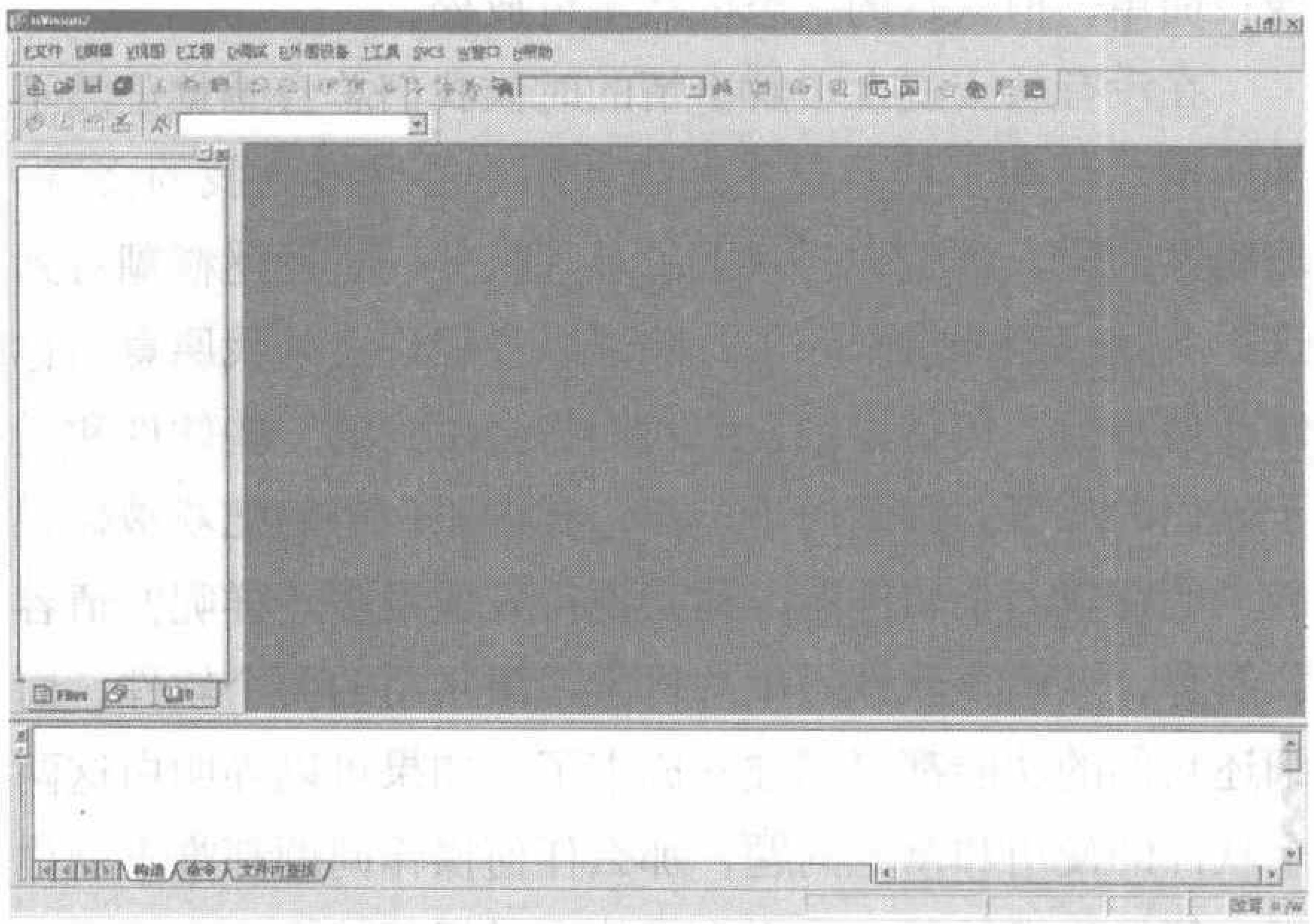


图4

什么特别，窗口最上方的菜单栏里我们点击“工程→打开工程”，在弹出的打开窗口里选择光盘里的“第一个工程”里的“第一个程序.Uv2”文件。注意，事先应该将光盘里的内容复制到电脑硬盘上再打开，不然在后面生成文件时会产生错误。插播一个解释，这里所说的“工程”是指一个项目的所有文件集合，包括一些链接文件、目标文件、源代码文件等，因为一个程序从编写到生成HEX文件是许多文件共同努力的结果，我们在写程序时不是只打开一个原始的程序文件，而是要打开一个工程再在工程里面打开原始的程序文件，所以我首先打开工程是顺理成章的事情。回到正题，“第一个程序.Uv2”打开后窗口中会自动展开一份“第一个程序.c”，如图5所示。这是C语言程序代码，C

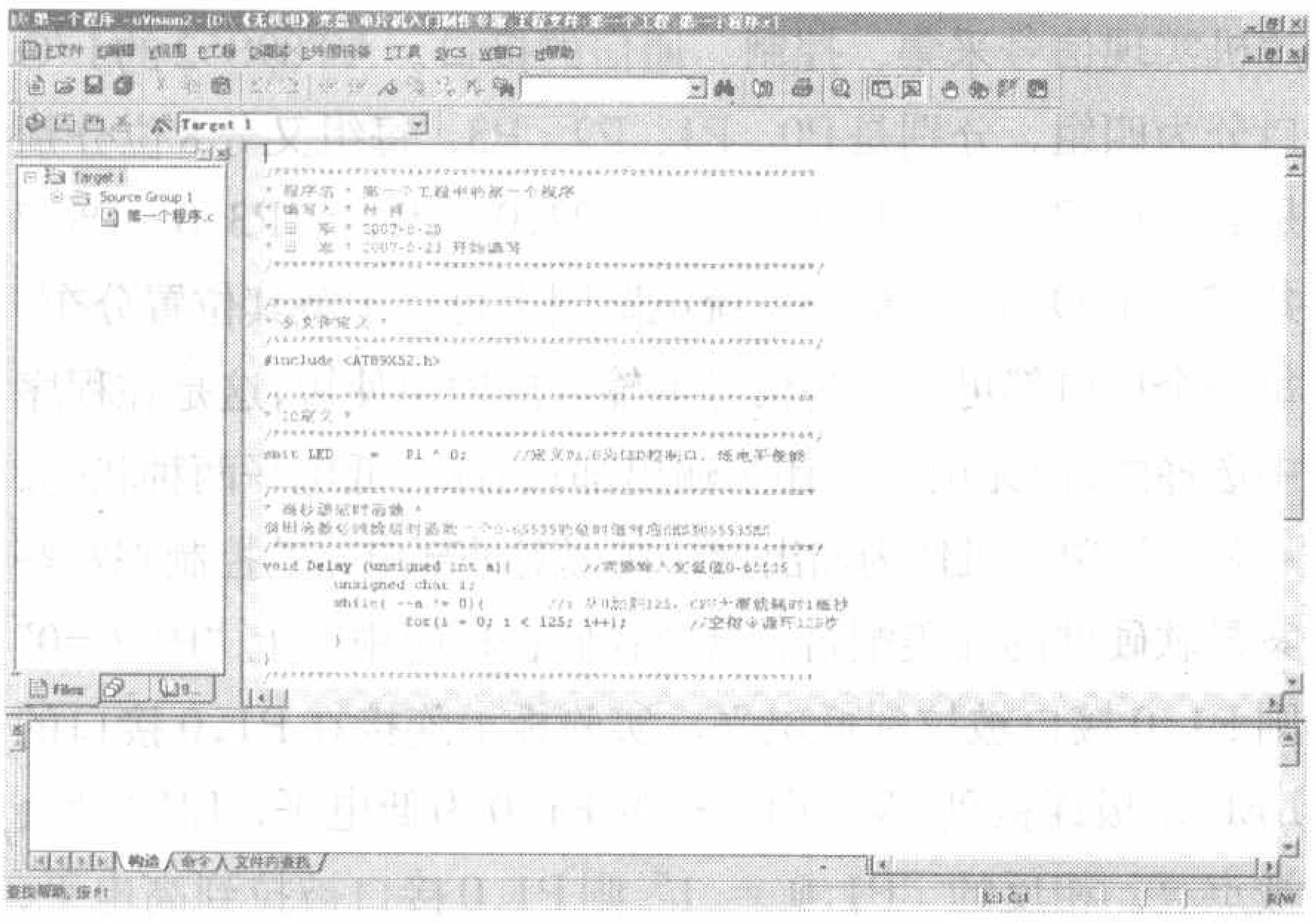


图5

语言是单片机编程的重要语言之一，过不了多时你就会为它手舞足蹈，但我们现在不聊这个，卖个关子留到以后吊你的胃口。现在我们只需改一下里面的数值，并用这个方法介绍一下Keil编写程序到下载、运行的流程，不是我夸张，这个流程是你以后经常用的，只要玩单片机就会用到。

图6所示的这条语句你在“第一个程序.c”后边的内容里可以找到，括号里面有一个数值是1000，意思是延时等待1000个毫秒，也就是1秒钟，正如我们看到的效果一样，LED每1秒钟闪烁一次。

```
Delay(1000); //修改这里的数值看看会有什么变化
```

图6

现在我们就要对它下毒手了，把它变大或变小，对应的LED闪烁速度也就会改变，修改的范围是0～65535之间。这里我们改了一个最有动感的速度，让LED显得更有激情。我们将数值改为250，也就是1/4秒。改好后的程序是需要重新编译的，点击菜单栏里的“工程→构造目标”或是直接按键盘上的F7键，窗口下方的输出窗口会显示编译的结果，如图7所示。

```
“第一个程序” - 0 错误(S), 0警告(S)
```

图7

这时Keil已经把C语言文件翻译成单片机可以看懂的HEX文件，这个HEX文件就生成在“第一个工程”的工程文件夹里。下面的过程就不用我说了吧，HEX文件已经生成了，怎么下载到单片机你就看着办吧，古有云：好话不说二遍。

“嘟嘟嘟”，下载成功了！看看LED的闪烁是不是呼应了你激动的心动节奏呢！现在我们都可以欣慰了，单片机世界的大门已经关上，是把你牢牢地关在了里面。你已经无力逃脱，而且你也不想这样做，你拥有了单片机的实验平台，为你的想象插上了大鹏的翅膀，任你翱翔天际、瞰视凡尘。单片机前辈的成果供你学习，无数的单片机实用制作应接不暇。开始吧，网罗所有单片机相关的技术资料为己所用，你的技术爱好进入了全新境界。

—○ 原来如此 ○—

也许你早已经没有耐心继续看下面的文字了，实验的趣味性总是能引人入胜，从实际操作的角度出发是本文的一个特点。艰苦的实验过程帮我们打通了任督二脉，但这并不表示习武生涯的结束，反而追根朔源成了新的渴望。了解我们实验过程中的技术原理对于深入学习单片机技术和应付死板的理论考试都有帮助。

现在找到单片机最小系统的电路图，见《十八般兵器》图1。这一次就要有板有眼地说说单片机的整个工作过程。我尽量少开一些玩笑，面对纯学术的知识还是怀有敬意的好，以便让大家能明白是怎么回事。先说芯片的一般要求，AT89S52采用的是5V的电源供电，VCC和GND接口是单片机的系统电源接口。另外它内部集成了可以反复擦写10万次且掉电不会丢失数据的存储单元（ROM单元），我们用ISP下载线下载的程序就存放在这里。还有一块存储区域是存放一些在程序运行时的临时数据（RAM单元），因为在ROM单元里的数据下载后是不可以让单片机自己改写的，有一些经常变换的计算结果是可以在RAM单元里轻松改变的，但RAM单元里的数据在掉电后就烟消云散了，虽然看上去不怎么样，但这种结构还是常用的，C51系列的单片机就是采用的这种存储器结构，在日后的编程岁月里你会深有体会。以AT89S52为例，其内部的RAM单元仅有256B（字节），如果要计算或处理许多数据则需要外扩RAM芯片，外扩的RAM单元最大可以达到64KB（千字节）。怎么让单片机知道我们是使用内部的RAM单元还是外扩呢，这就取决于单片机第31脚，即EA/VPP接口的状态。当单片机复位时读得EA/VPP接口为高电平则使用内部RAM单元，若为低电平则使用外扩的RAM单元，外扩RAM的使用有专门的文章介绍。

上面说的RAM使用的选择是在复位的时候，那复位又是怎么回事呢？每个看似不相关的事件都是有必然联系，复位功能和整个单片机运行是密不可分的。电脑主机箱上的“RESET”按键可以让你打到一半的游戏消失并让电脑重新启动，一切都从头开始，程序不管走到哪里就要回到第一行去，电脑开机的时候也是需要复位的，那些知识渊博的电脑设计师们已经在你按下电源开关时悄悄地完成了复位。电脑上的故事同样适用于单片机，同时也证明了我开始所说的单片机就是一个小型电脑的说法，不过单片机芯片的设计者并没有将复位功能的电路直接放在AT89S52

的里面，也许是他们很懒或是出于更成熟的考虑，虽然有一些单片机有内部复位电路，可是我们涉及的AT89S52没有，总之复位电路是要我们单片机爱好者自己设计的。有一些专用的复位芯片出售，它们都可以提供稳定可靠的复位信号，并且卖给我们一个较贵的价格。以我们现在的最小系统而言只要有一个阻容复位电路就足够了，这正是单片机最小系统电路图中的C1和R存在的理由。系统通电的瞬间，电流流入C1一端开始给C1充电，此过程中C1相当于短路状态，这巧妙地使AT89S52的第9脚即RET接口连接到高电平，而这正是单片机需要的复位信号。当C1充电完成后就相当于断路状态使得RET通过下拉电阻R置于低电平，单片机读到RET为低电平时就知道复位结束可以开始工作了。读者朋友可以在C1的两端并联一个微动开关，这可实现不断开电源的手动复位功能，这在电路图里没有给出，你可以选择使用。单片机内部读到高电平的复位信号时是要忙一些事情的，它要把自己内部的东西收拾好，该回到开始位置的要移到开始位置，等它忙完了我们才可以让它开始工作。这就需要一段复位时间，以本文中的最小系统电路为例，实现复位需要至少12μs（微秒）的时间，这是在12.00MHz时钟频率时12个时钟脉冲或2个机器周期的时间，这个时间的定义和产生是由单片机上另一个重要的电路部分实现的，这就是系统时钟电路。

前文中我亲切地称之为晶振部分电路的家伙其实应该叫系统时钟电路，因为当时是实践性的说明我也就讲得通俗直观一些，这两个名词在业内一讲谁都明白所指的是什么。系统时钟电路是产生单片机用的基准时间了，这可以让单片机在你所指定的时刻精确地行动。人们以铯原子（Cs133）基态的两个超精细能级之间跃迁所对应辐射的9192631770个周期所持续的时间定义为一秒，虽然看上去很复杂但这让我们的生活多了时间观念。单片机的时间观念来自于一个精确的脉冲源。你可以用专用芯片或是更精密的电路制作成精确而稳定的脉冲信号源接到单片机的XTAL1接口。除此之外单片机的内部还含有一个振荡电路，它可以和外接的石英晶体（俗称晶振）构成时钟脉冲，这也是本文电路中用到的方法。采用晶振电路设计的系统时钟电路一般都会接入两个几十皮法（pF）的电容，这是为了更好地提高晶振电路的时钟精度，一般的单片机电路设计都有这个部分，有百益而无一害。系统时钟还可以更深入地介绍，但有专门的系统时钟的理论文章介绍得比我专业，我则多留一些文字给后面实用的制作吧。

再谈单片机的输入/输出接口，这是单片机实现工作的重要部分，上面谈到的所有电路最终都是为了让它动起来。输入/输出接口常被称为I/O口（IN/OUT），它是单片机实现信号采集、控制、通信的接口。AT89S52的I/O口分为四组，分别是P0、P1、P2、P3，每组又分8位分别是P0.0~P0.7、P1.0~P1.7、P2.0~P2.7、P3.0~P3.7共32个I/O口，在最小系统电路图上可以了解其位置分布。每一个接口都可以作为信号的输入或输出使用，这是在程序中选择的，但无论输入还是输出都只有高、低电平两种状态。那怎么让单片机作为输出接口实现对外部电路的控制呢？答案是软硬件的完美配合，只要我们在程序中写上“P1.0=0”则P1.0接口被拉到低电平，实验板上连接在P1.0接口的LED正极连接到5V，而负极的P1.0为低电平，LED就会被点亮。相反的“P1.0 = 1”则P1.0接口被拉到高电平，LED两端同为高电平状态，LED熄灭。一高一低之间我们的LED就闪烁了起来，这就是I/O口输出控制的原理。作为输入接口的原理要从连接到P2.0接口的微动开关入手，我们要让单片机知道何时开关被按下就要让它一直读P2.0的状态，在此之前先要用程序将P2.0设置成高电平。然后单片机不厌其烦地读着P2.0的电平状态，如果读到高电平则和我们事先设置的是一样，表示没有按下开关。微动开关的另一端是与地连接的，按下开关则P2.0被迫与地短路即变为低电平，程序读到的也就变成低电平，输入功能即可实现。顺便说一下，开关按键部分的程序设计还要涉及到延时去除按键抖动的部分，保证读到信号的准确，在编写程序的时候会用到这个。如果单片机的32个I/O口都只是一样的功能也许你会感觉有一些单调，单片机设计者们可能也这样认为，于是他们设计了一些复用功能，就是部分I/O口可以当其他功能使用。AT89S52的复用功能多种多样，有一路两线串口与P3.0、P3.1复用，两路硬件中断与P3.2、P3.3复用等等，更奇妙的是P0接口是具有输入、输出、高阻抗的三态I/O口，这些功能在特殊场合都很实用，我们可以在AT89S52的原版技术手册上了解这些内容。

有一些资料是权威的，这里必须要提一下。有谁比单片机的设计者更了解单片机呢？所以我们要看设计者们写的单片机文章才权威，从文章中我们可以最全面而系统地了解AT89S52，包括它的电气参数、系统结构、指令集等。虽然这让我辛辛苦苦写的这篇文章显得一无是处，但我还是向大家推荐AT89S52的原版技术手册。不用担心，它是免费的，可以在网上搜索到该技术手册的电子版，等待你茶余饭后细细品味。

到此为止，单片机的理论与实践全部完成，我松了一口气，也不知我说得对不对、细不细、好不好。我既希望简单明了又希望面面俱到，既想轻松风趣又想认真严谨。不能单调无趣、不可一带而过，我用我的写作方式与大家分享一个故事，一个《无线电》爱好者与单片机之间的浪漫爱情故事。

用武之地
好的结束是成功的明证！

文/杜 洋

“跟随文中的制作部分可以制作出以单片机为核心的实用小作品”，是否还记得这一充满诱惑的承诺，下面的文字中我将如数兑现。本来我所制作过的东西并不多，还要从中找到一些最能吸引眼球的真是不容易。我要尽量找到简单易制的东西，要让大家轻松找到单片机制作的成功感觉；制作的东西要有实用性，不能把辛辛苦苦忙了几天的制作成果丢在角落里盖满了灰尘；除此之外它还要是精致的、出类拔萃的，每个制作都要有自己的独特之处，从制作中可以了解许多原理、获得更多经历。最后精心挑选了下面的几个小制作，附上它们详细制作介绍和成品的使用说明，你会发现它们是与众不同的，而且都可以做到商品级别。心灵手巧的你可以多制作几个送给好朋友或是心怡已久的女生。各制作的内容都是相互独立的，可以选择自己喜欢的来制作。所有制作项目在本期配刊光盘里都放了整个工程进去，程序中的关键语句都有详细的注释，参考这些系统而完整的程序来学习单片机编程要比看一大堆流水彩灯的小程序更有意义。

以下的所有制作都没有电源部分电路图，它们都是5V电源供电，可参考《十八般兵器》图4。

3208LED点阵电子钟

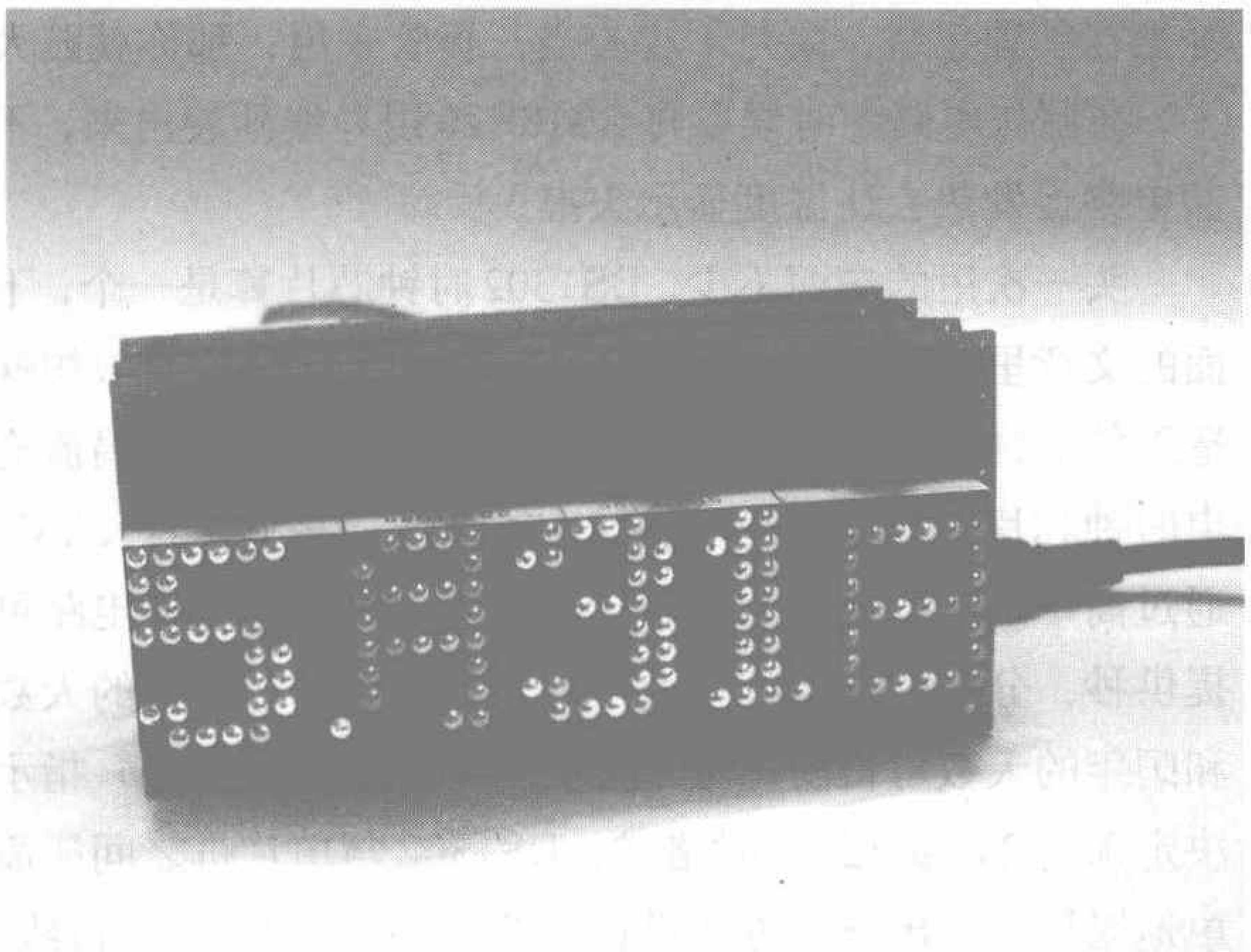


图1

这是我不断改进的作品之一，到目前我已经把版本升级到了3.0，技术上已经较成熟，而且我设计的强大功能也让它非常实用。我制作的第一台电子钟样品现在就安静地躺在书桌上。高度的认真和耐心需要在这个制作过程中坚持到底，这是相当必要的，整个电路的复杂并不算可怕，反而是对单片机电路制作的陌生容易产生畏惧。别怕，至少还有我，我会在下文把需要注意的地方、难理解的内容说清楚。

作品介绍

制作之前先介绍一下这个电子钟的实用功能，看看这个小家伙是不是你的生活所需。我尽量用电子商品促销广告的形式介绍这个电子钟，令其老少咸宜、妇孺皆知。在网上，这款电子钟已经成为单片机爱好者喜爱的制作对象，借助《无线电》杂志您将率先领略它的魅力，心动不如快行动，赶快打起精神制作吧！

功能特点

★ 采用独特的8行32列LED点阵显示屏作为显示单元，其显示亮度高、自发光、无视角，制作者可以随意选择屏幕大小和发光颜色。

★ 日期、时间、星期、温度全信息交替显示，所需信息一目了然。

★ 采用专业时钟芯片DS1302和备用电池，时钟掉电依然走时，用户设置闹钟时间永久保存。

★ 远离机身的温度传感器设计，0～60℃环境温度显示更精确。

★ 全功能菜单操作，4个按键操作，可加减调时，操作方便。

★ 8路独立闹钟功能，可以设置独立闹钟时间和模式，大闹生活每一天。

★ 多种整点报时时间范围设置，保证休息时间不打

扰。

★ 多种操作提示音，高音量闹钟音，耳目一新。

★ 设计有全屏LED点阵测试功能，制作和使用时轻松检查LED坏点。

★ 首次通电时可自动初始化时钟芯片。

采购时间

又要拉清单了，表1所示是图1所示3208LED电子钟元器件清单，其中有一些“视情况而定”的元器件就是看你喜欢什么款式或是看能买到什么样的款式。将这个表单打印出来直接展示给卖元器件的老板看，一根烟的功夫交上钱提着东西就回家了。

表1的第一项是LED点阵屏，我可不是随便就把它放到前面的，整个制作最重要的器件就是它。假如你到了电子市场，首先就是找一款LED点阵屏，它要是8行8列单色点阵屏，柜台玻璃下面摆满不同大小和风格的，你要考虑后继电路板的大小还有你想设计的样子。选4块同样的点阵屏横着摆成一列，这就是它未来的样子，每块单价在5元~8元左右，卖屏的老板会说这是最低价了，其实还可以砍砍。买到手里的LED点阵屏要注意它的引脚，一般它并不会如你我想象的那样按顺序排列好，而是需要用万用表测量的，把表打到测试二极管的挡位（一般用欧姆挡也可以），随机地找两个引脚测试，看着前面的LED有没有点亮的，没有则改其他引脚再试，有则将引脚位置、点亮的LED的行列位置和极性记录下来。最后我们将得到一份完整的LED点阵列数据表，这是非常重要的数据，不可以有一点差错。图2所示是8 × 8LED点阵屏内部结构，16条引脚我已经标示出来，实际引脚位置并不是这个简单的顺序，万用表总结出来的数据表就是帮你整理引脚位置用的。

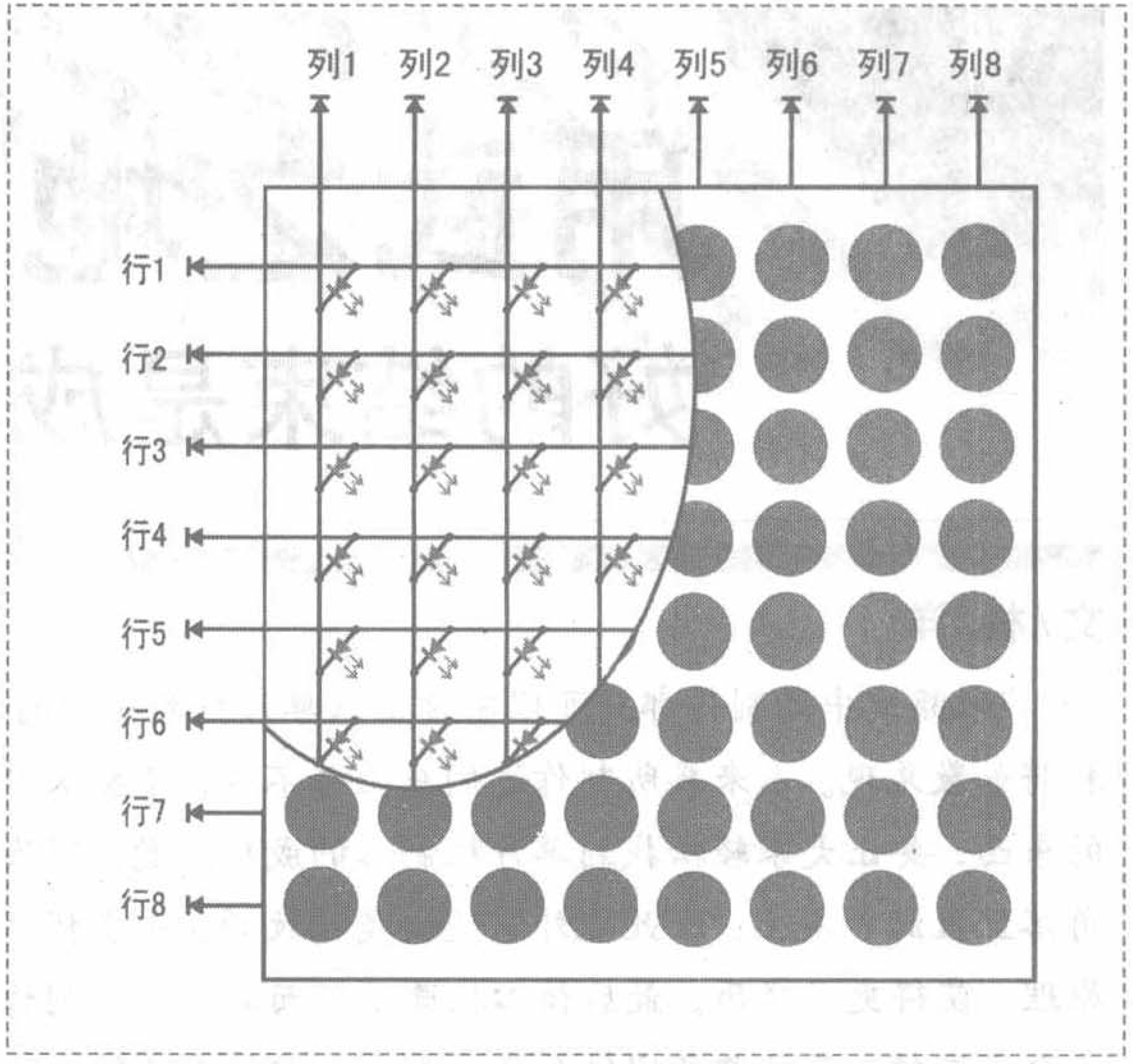


图2 LED点阵屏结构

本电子钟是具有温度显示功能的，这就需要有一种温度传感器芯片来实现。而现在温度传感器的种类众多，在应用于高精度、高可靠性的场合时DALLAS（达拉斯）公司生产的DS18B20温度传感器当仁不让。超小的体积、超低的硬件开销、抗干扰能力强、精度高、附加功能强，使得DS18B20更受欢迎。对于我们普通的电子爱好者来说，DS18B20的优势更是我们学习单片机技术和开发温度相关的小产品的不二选择。DS18B20温度传感器外观和普通三极管没有什么区别，它是直接将温度值处理成数字信号发送给单片机的，所以精度高、价格也高，一支10元左右。最好把它单独包装，要是不小心当三极管来用，那你就赔大了。在制作电路的时候要将DS18B20用导线延展出来，不然电路板发热会让温度显示失准。

表1

品名	型号	数量	品名	型号	数量
LED点阵屏	8 × 8单色	4	单片机	AT89S52	1
扬声器	（视情况而定）	1	温度传感器IC	DS18B20	1
时钟IC	DS1302	1	备用电池	3.6V	1
晶振	12.00MHz	1	晶振	32.768kHz	1
稳压IC	LM7805	1	译码器IC	74HC154	1
陶瓷电容	0.1μF	2	电解电容	220μF	2
电源适配器	9V 2A	1	三极管	8050	16
陶瓷电容	30pF	2	三极管	8550	17
电源接口座	（视电源而定）	1	电阻	4.7kΩ	33
电阻	10kΩ	1	电容	10μF	1
电阻	5.1kΩ	16	芯片插座	24PIN	1
芯片插座	40PIN	1	芯片插座	8PIN	1
排线	延展温度传感器		接口座	延展温度传感器	
微动开关	5mm × 5mm × 6mm	4	万用电路板	（视情况而定）	

头一次用的东西不少，DS1302时钟芯片算是一个，下面的文章里还会用到。它是8个脚的芯片，好像动漫版蜘蛛造型的装饰物。DS1302还是DALLAS公司推出的涓流充电时钟芯片产品，内含一个实时时钟和31字节静态RAM，通过简单的串行接口与单片机进行通信，实时时钟电路可提供秒、分、时、日、星期、月、年的信息，每月的天数和闰年的天数可自动调整，时钟操作可通过AM/PM 指示决定采用24 或12 小时格式。DS1302与单片机之间能简单地采用同步串行的方式进行通信，仅需用到三个接口线。DS1302 工作时功耗很低，保持数据和时钟信息时功率小于1mW。它可以应用于电话、传真、便携式仪器、电池供电的仪器仪表以及3208LED电子钟当中。如果想让制作好的时钟掉电后也依然走时就应该买一个备用电池，可以选择3.6V可充电的镍氢电源，它可以在电子钟通电时为电池涓流充电，而普通非充电电池也可以使用，只是一年半载后它会变成废铁。DS1302价格在6元左右，多买几个再让老板白送配套的晶振。

74HC154是一种4线转16线的译码器，简单说来就是一个接口扩展芯片，如果单片机有一百多个I/O口也就用

不到它了。单片机使用4条数据线和译码器连接，并向译码器发送BCD码，共有16种码值，每个值对应一个输出接口的电平状态，相当于让单片机又多了一排I/O口。这么好的芯片仅售4元左右，应该不算贵哦。^_^

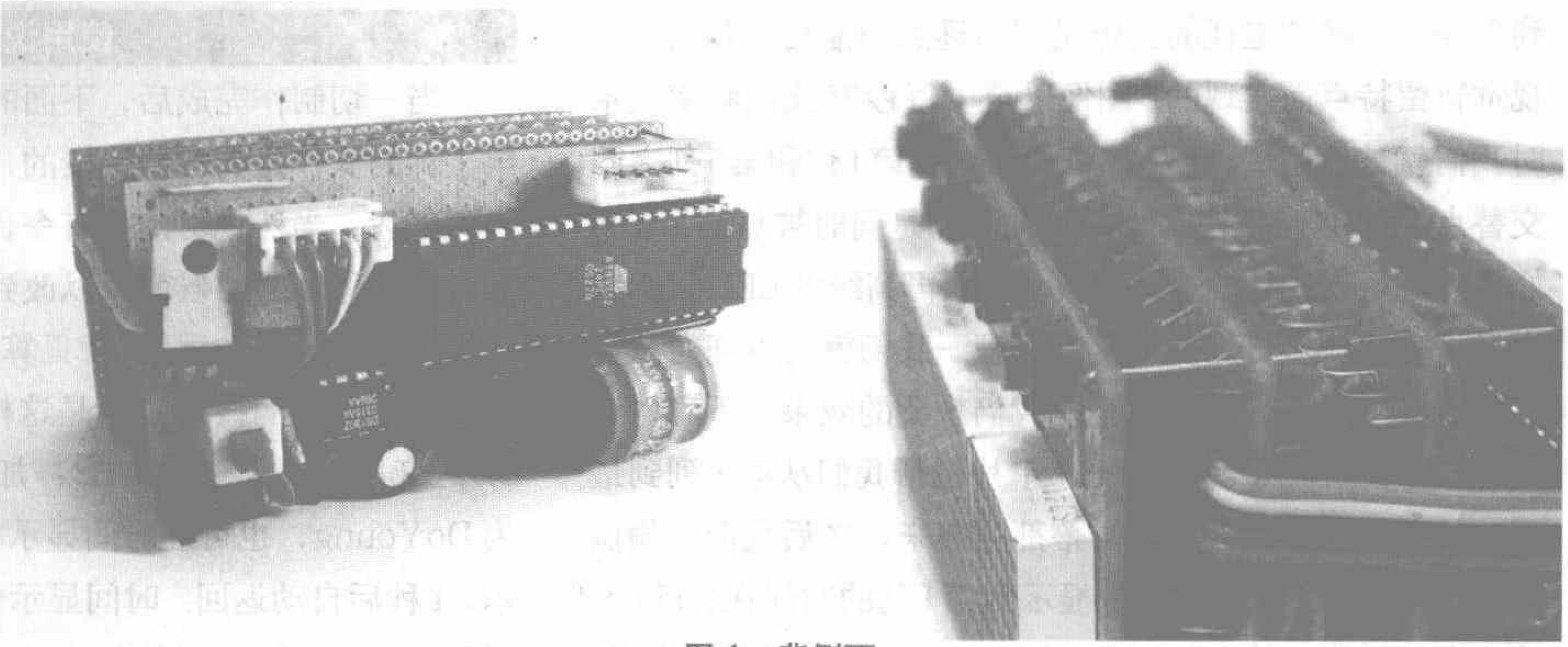


图4　背侧面

制作过程

元器件说完了，再说说原理图。现在要有耐心听我把话说完，原理图也是重要的一环，要是不小心弄错了再修改是很麻烦的。图3是3208LED电子钟的电路原理图，电路中包括单片机最小系统部分、LED点阵屏驱动部分、列数据扩展部分、时钟电路部分、温度传感器电路部分、扬声器部分、按键部分，另外建议留出ISP下载线接口，方便程序下载和以后的学习，反正我们已经有了ISP下载线了，加个排针不就行了。我是选择较小一点的电路板，用多层叠加在一起制作的，这样制作可以节省空间，将飞线藏在夹层里面，如图4所示。制作中LED点阵屏的引脚测量是重要的，前面已经说过，还有就是要注意P2接口的连接，如图3所示的样子，不要接反。将这些元器件焊接起来是非常不容易的，既要认真又要耐心，没焊几条线你就会感觉到这和洗碗一样，是无聊重复的工作。别打算花一百块钱雇个人帮你焊，那样你什么也学不到，成功就在眼前了，加油！

工作原理

单片机制作的东西是不容易从原理说明的，一般都是分析程序的流程，这在其他单片机制作的文章里可见一斑。事先说好了这里不谈编程，我就说一点LED点阵屏驱动的原理吧，看看这256个LED是怎么按照我们的意愿被点亮的。

图2所示是LED点阵屏的内部阵列式的连接方式，单片机的P0和P2接口分别连接4块LED点阵屏的行接口，而16个列接口由74HC154控制逐一选通。现在电路被简化了许多，假设P0和P2接口所有数据线都变成高电平，则相应的行接口通过VT1～VT16就被拉到高电平了，这时如果所有列都被拉到低电平则会一片光明，所有的LED都会被点亮，虽然这并不是我们想要的效果，但控制LED显示的味道慢慢变浓了。如果我们只想让第一列的LED点亮，我们只要拉低第一列的电平就行了，其他列都是高电平自然是没有电流的。想让第5列点亮就拉低第5列，这个选择由单片机向74HC154发出的BCD码决定。好，如果现在我想同时只点亮第1列和第5列应该怎么办呢？因为可怜的74HC154只能根据单片机的指令同一时间选通一列。我们可以从电视显示原理中得

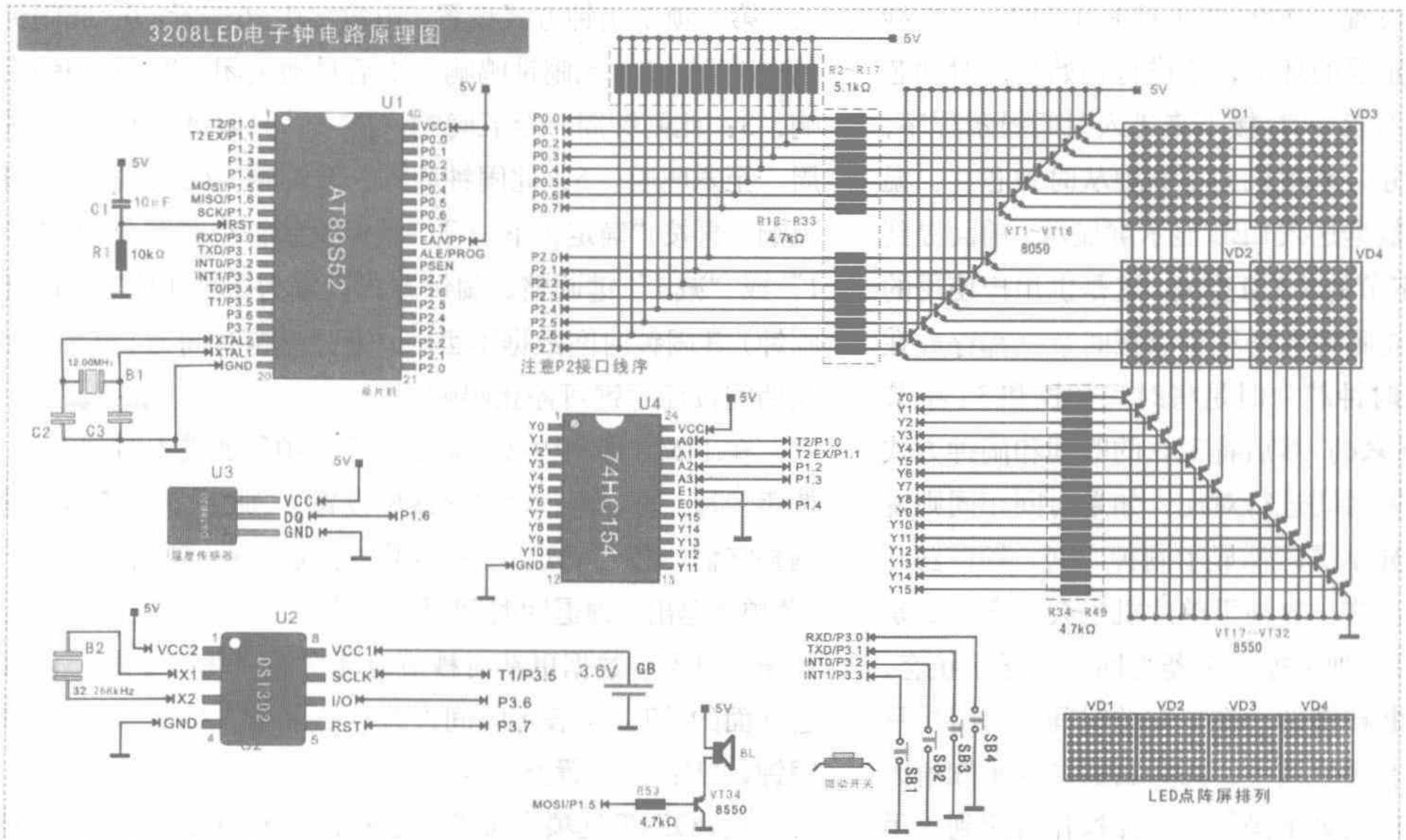


图3

到真经，流畅的电视的图像是利用逐点扫描技术和人眼的视觉暂留特点而实现的，图像以至少每秒25次的频率显示时我们就被忽悠了，当单片机快速地在第1列和第5列之间交替点亮LED时就会让我们感觉它们是同时被点亮了。幸好单片机可以达到这样的速度，不然再高级的LED显示屏也只是一串流水灯。基于这个原理，我们就可以同时点亮更多行甚至全屏，但这还不是我们想要的效果。不急，谜底就要浮出屏幕了。我们先让单片机帮我们从第1列到最后1列交替显示，让整个屏幕都亮起来，之后我们再偷偷地做点小动作。我们在交替显示到第1列的时候在P0和P2接口上动手脚，让P0.0接口为高电平，其他都为低电平，这时只有第1行第1列的一个LED点亮了。当交替显示到第2列时让P0.1接口为高电平，其他都为低电平，这时只有第2行第2列的一个LED点亮了。以此类推就显示出了一条斜线，则在交替选通某一列时就在行中送入这一列要显示的对应数据，这就是谜底：逐列扫描。可以在纸上画一个32列8行的点阵列，之后再重看一遍前面的叙述，聪明的你就会豁然开朗。关于单片机如何读取温度和时间数据，这要等你学会编程之后再说，或是不用说就已经明白了。

系统的工作流程是复杂的，复杂到我不能记得全部的细节，这里我只能简单介绍一下。系统通电后会先显示开机标志“DoYoung”，这证明这个钟是我设计的，别人都这样设计，我也跟着凑个热闹。开机标志显示1秒后单片机会读取时钟芯片数据并检查时间数据有没有丢失，如果芯片是第一次使用或时间数据已经丢失则单片机会对时钟进行初始化，即将时间设置为2007年1月1日0时0分0秒并开始走时，这是很重要的环节，不进行初始化的时钟芯片可能走时不准甚至不能走时。接下来进入时间显示程序，这是个无限循环的部分，单片机会不断地从时钟芯片、温度传感器中读出动态数据送入LED显示屏显示。前面提到DS1302中有一个31字节的RAM空间，这是供用户使用的空间，我们的8路独立闹钟数据和整点报时数据都存放在这里。当单片机读取时钟芯片时是将时间数据和31字节RAM的数据一块读出来的，然后将现在的时间和闹钟方式设置为开启状态的闹钟时间进行对比，如果时间相同则说明闹钟时间到，LED显示屏闪烁显示闹钟时间，扬声器开始大喊大叫1分钟。在这一分钟里单片机也会一直判断是否有按键被按下，如果有则关掉扬声器返回时间显示状态。不只是闹钟到时才判断按键的，在平常的时间显示时单片机也会不断判断是否有键被按下，因为它通过这个知道人们要中断时间显示而进入菜单操作。要在操作时想到你虽然是在和单片机打交道，但也需要耐心而温和地操作。

使用说明

当一切制作完成后，下面的使用说明才有实效。这个电子钟的操作是简单而快捷的，也许你会为它的设计和操作而着迷。当然也可能会有令你不如意的地方，当你慢慢学会修改程序的时候就可以改到满意为止，甚至重新写一个比我这个还好的程序，我只算是引领入门或叫抛砖引玉。

图3所示的按键定义是这样的，SB1：菜单／退出，SB2：确定／下一项，SB3：加1，SB4：减1。开机画面为DoYoung，也可在时间显示状态按下“加1”键也可显示，1秒后自动返回。时间显示使用日期、时间、温度切换显示方式，日期和温度停留1秒，时间停留2秒。在时间显示状态按下“减1”键也可显示版本信息，1秒自动返回。在时间显示状态按下“确定／下一项”键即可点亮全屏LED，1秒后自动返回时间显示状态。这一功能可以方便硬件电路做好后或使用中测试LED坏点。在时间显示状态按下“菜单／退出”键也可进入功能主菜单或从任何菜单中退出到时间显示，按“加1”或“减1”键选择功能项，功能项目循环选择，它们是：

★ ALARM1～ALARM8 （从1到8的8路独立闹钟设置）

★ TIME （实时时钟设置）

★ POINT （整点报时设置）

★ ON&OFF （闹钟总开／关设置）

以上是主菜单的功能项，下面是各菜单中的二级菜单内容，按下“确定／下一项”键进入相应功能的二级菜单。在ALARM1～ALARM8选项中按“确定／下一项”键进入，第一项是闹钟方式设置，由数字0～6表示：0：此闹钟独立关闭，1：此闹钟鸣响一次后自动关闭，2：此闹钟常响，3：此闹钟周一至五鸣响，周六、日除外，4：此闹钟周一至六鸣响，5：此闹钟周六、日鸣响，6：此闹钟周日鸣响。再按“确定／下一项”键设置闹钟小时和分钟，“加1”或“减1”键调整。闹钟方式设置为0时（独立关闭此闹钟）其闹钟时间数据不丢失。闹钟鸣响时间为1分钟，在此期间按任意键可停止鸣响。

在TIME选项中按“确定／下一项”键进入时间设置，按年、月、日、周、时、分逐项设置。“加1”或“减1”键调整它们，按“确定／下一项”键进入下一项设置，按下“菜单／退出”键退回时间显示状态。时间设置里没有秒的操作，但当分数据更新时秒值自动变为00秒。注意：设置值前面的“T：”表示时间设置，如果是“A：”表示设置闹钟，“P：”设置整点报时。

在POINT选项中按“确定／下一项”键进入整点报时设置，当设置从7时到23时启动整点报时功能时不包括7

时和23时，即从8时到22时。按“确定／下一项”键选择其他时段，按“菜单／退出”键完成设置退回时间显示状态。

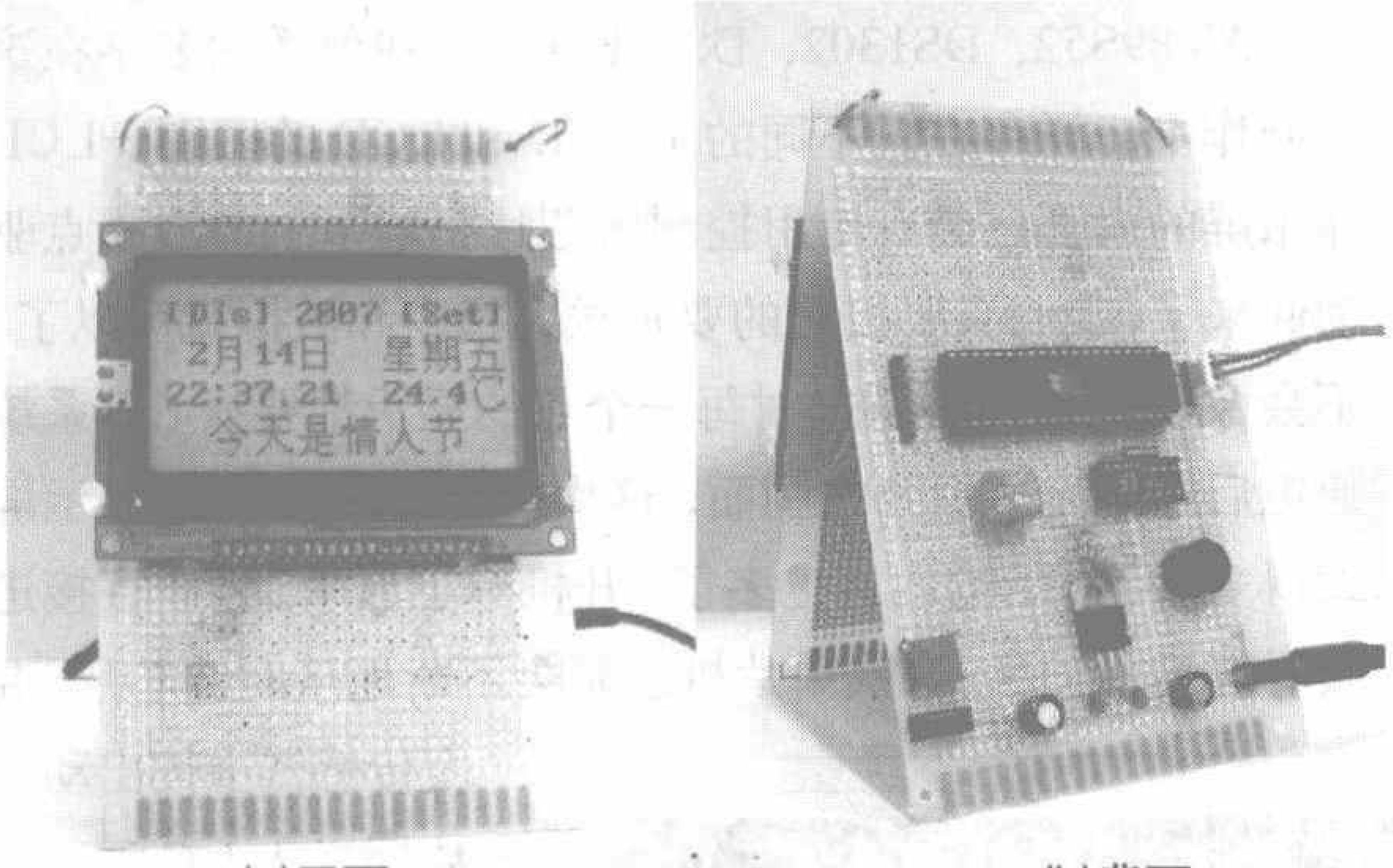
在ON&OFF选项中按“确定／下一项”键进入闹钟总开关设置，进入时的显示为当前设置状态，按“确定／下一项”键选择总开关状态，开关为关时8个闹钟都不响应，但设置数据不丢失。

好玩吧？会玩了吧？它的魅力不只停留在三分钟的新鲜感，日后的实用性更能让你受益匪浅。希望你在玩够了之后回过头来研究一下源程序，看看它是怎么实现这些有趣功能的，单片机是一个非常有趣的东西，我相信你和我一样，满脸笑容、深信不疑。

练武场

有许多朋友制作了我的这款电子钟，可是他们对如此费尽心思的设计依然不满。他们希望LED显示屏上的字可以从右至左流动显示，感觉这样会好看一些。我也是同大家一样的审美观，不过我在设计它的时候兼顾了实用和美观，偏向任何一边都是会得罪人的。其实流动显示的实现并不困难，我也实验过，只是流动得太快会看不清显示，如果放慢的话一次时间的完整显示会让你等得不耐烦。不过并不绝对是这样的，也许你有更好的方法可以实现，现在机会在这里，聪明的你可以尝试研究一下。

12864LCD电子钟



(a)正面 (b)背面

图5 实物图

这个作品我投入了许多创意，在用洞洞电路板设计的时候我就考虑好了它的样子，摆在桌上很好看，我的一个朋友很喜欢这个电子钟的重要节日提醒功能，就对我和我的作品美言赞叹，结果我架不住糖衣炮弹只好把这个电子钟送给了他。现在也许就摆在他家的书桌上或是借花献佛被送给了他心怡的女生。

作品介绍

我要煽风点火了，不然你会没有兴趣玩下去。要是这个制作没有实用性那就啥也说不下去了，我要一条一条列举它的功能，让你慢慢爱上它。先说外表的美：这个制作我创造了几处个性设计，台历式外型可以立在书桌上又可以折叠存放不占地方；调时用的四个按键隐藏到LCD显示屏后面，在屏幕上显示按键的功能，当按压屏幕四角就触发了按键，类似于触摸屏的样子，这种设计使按键功能可以自由更改，同时也隐藏了难看的按键，这也是我洋洋得意的地方；12864LCD电子钟还具有高精度的温度显示、全部日期时间显示、公历节日提醒、白天整点报时、时钟断电依然走时等功能，绝对是你居家生活、工作学习必备佳品。如果你现在就打算制作，我还将另外在本期《无线电》配刊光盘里赠送这个钟的源程序、使用说明书等全套资料。心动不如快行动哦！

功能特点

★ 年、月、日、小时、分、秒、星期、温度、节日同屏显示，一目了然。

★ 时间设置功能，简单快捷。

★ 整点报时（早8点至晚21点）。

★ 128×64LCD显示，信息量大、可视度高。

★ 设有备用电池，长久走时。

★ 温度显示，00.0度高精度（00.0℃～99.9℃）。

★ 隐藏式按键，模拟触摸屏的方位按键操作简单。

★ 国际、国内公历重要节日提醒。

★ 日历台式外型设计，放置于桌面美观大方。

采购时间

现在是拿单买货时间，我喜欢这个环节，因为介绍时提到的诸多功能把这个电子钟搞得复杂又神秘，而细看元器件表才知道没有几样东西，如表2所示。要担心的只是组装他们的过程。注意12864LCD显示屏要带汉字库且支持串行通信的，这是非常重要的。市场上有许多不同厂商生产的此系列显示屏，只要主控制芯片相同就可以，它们是ST7921、ST7920。显示屏的技术资料是很重要的数据，卖显示屏的商家都会将资料和显示屏一并出售的，买屏的时候记得索取。我这里所介绍的LCD显示屏可能和你买到的显示屏资料上说的参数及接口方面有所不同，这时要以商家提供的资料为准，分析一下原理找到正确的连接方法。我是用两片万用电路板做成桌面台历的样子，如图5所示，要是你不喜欢就根据实际情况把它设计成壁挂式或用绳子

表2

品名	型号	数量	品名	型号	数量
LCD显示屏	128×64带汉字库	1	单片机	AT89S52	1
蜂鸣器	有源 5V	1	温度传感器IC	DS18B20	1
时钟IC	DS1302	1	备用电池	3.6V	1
晶振	12.00MHz	1	晶振	32.768kHz	1
稳压IC	LM7805	1	电位器	10k Ω	1
陶瓷电容	0. 1μF	2	电解电容	220μF	2
电源适配器	9V 2A	1	LED	蓝色	1
陶瓷电容	30pF	2	LED	红色	1
电源接口座	(视电源而定)	1	电阻	470 Ω	3
电阻	10k Ω	1	电容	10μF	1
芯片插座	40PIN	1	电源开关	(视情况可选)	1
芯片插座	8PIN	1	排线	延展温度传感器	
微动开关	5×5×6mm	4	万用电路板	(视情况而定)	1

绑在窗户上。我上文曾说过各制作是相互独立的，好像这话有一点说大了，因为我不得不为了节省时间而略写一些，温度传感器IC、时钟IC还有上一个制作已经介绍得很详细的元器件这里我不能再重复了，不然显得我有写文章凑字数的企图。

制作过程

元件买回来了吗？卖元件的老板和你混个脸儿熟了吧？不用砍价就打折卖给你了吧？我就曾达到这样的效果。按照惯例在制作之前应该先介绍一下电路原理，单片机是按程序运行的，要是讲程序还不如直接看源代码，这样来说只能从功能接口聊一点了。图6是12864LCD电子钟电路图，中间是单片机的最小系统电路，右边是LCD显示屏，它们之间是用的串行接口，接线不多，制作时会简单一些。

除了LCD显示屏之外还是有一些东西需要提及。对按键的隐藏是我这个设计的一个特点，把LCD显示屏固定在按键上面其实挺不容易的，坚固程度也不好。如果不想这样设计就把按键对应地摆在LCD显示屏四边上吧。有两个LED的电路，蓝色LED是随着时钟的秒走时而闪烁，红色LED是调时操作时的指示灯。我感觉挺好看的，如果你嫌太俗可以不接，不会影响系统工作。

按键应该最后焊接，有许多朋友的船都搁浅在此。焊接按键之前开机运行一下，测试按键在LCD显示屏上的对应位置，确定无误后再焊接。其实可以不管它，当一切焊好后再在程序的接口定义里面修改，但在没有弄懂编程之前建议不要这样做。

工作原理

AT89S52、DS1302、DS18B20，这些熟悉的名字在这个制作中一样存在。不同的是LED和LCD的区别。LCD显示屏的内部已经有专用控制器芯片将屏幕上的液晶点驱动起来了，我们只要按它的要求送入指令和数据就可以了，不会像LED点阵屏那样对每一个点的显示都要操心。系统通电后还是先显示开机画面，这次屏幕比3208LED显示屏大得多了，显示的内容也多了。开机标志显示2秒后直接进入时间显示程序，这次单片机还是会不断地从时钟芯片、温度传感器中读出动态数据送入LCD显示屏显示。这次单片机轻闲了许多，因为没有编写闹钟部分的程序，所以DS1302中的RAM空间没有被用到，自然也不用读取闹钟的数据。LCD显示屏上的显示数据在不写入的时候依然存在，这和LED显示屏是完全不同的，所以分钟数据可以1分钟刷新一次，而年数据可以1 年刷新一次。这样单片机可以腾出空来干点别的事情。公历节日提醒功能是有趣的家伙，每一天LCD显示屏的

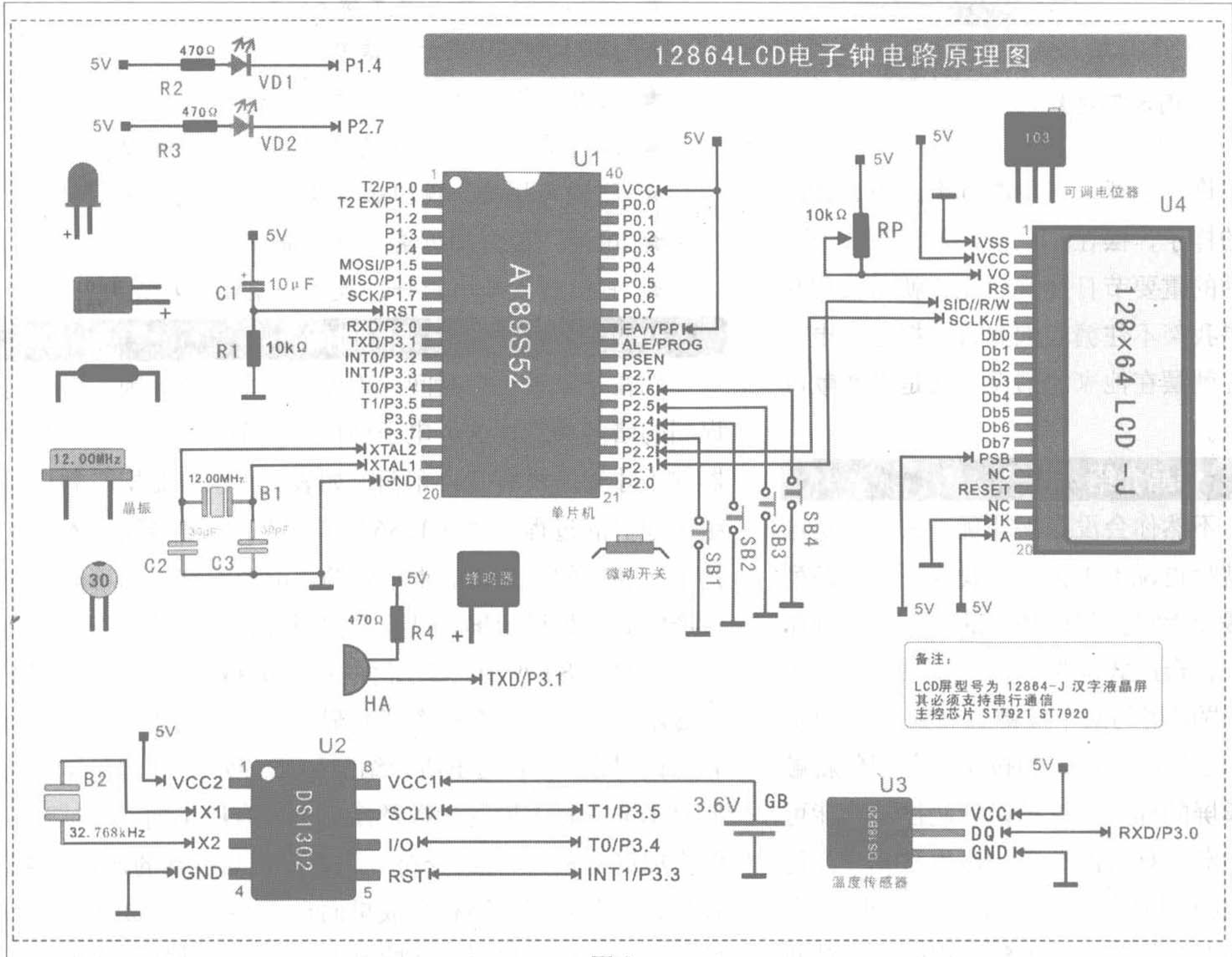


图6

最下边都会跳出许多莫名其妙的节日，这些节日数据是事先存放在单片机内部8KB的ROM单元里的，因为节日是固定的，在程序设计时就已经确定了它们，在本期《无线电》配刊光盘里可以找到12864LCD电子钟的源程序，在源程序里可以找到节日定义的代码。节日的名字和日期都是可以改动的，试试为自己的生日编写一个纪念日。

使用说明

因为没有闹钟功能，所以操作上简单许多，按键的操作只是调整时间。按键定义是：左上角（SB1）、左下角（SB2）、右上角（SB3）、右下角（SB4）。第一次使用时需要手动初始化时钟芯片，方法是在开机后同时按下SB2和SB4两个按键。当红色LED点亮时再转为同时按下SB1、SB2和SB4三个按键，长按3秒后屏幕将显示："初始化成功！ 2007-1-1 00:00.00"。

在正常时间显示状态按下SB3键即可进入调时状态，在调时状态里按SB2和SB4进行加减调时，按SB3进入下一项调整，按SB1则退出调时。在时间显示状态长按SB1即可显示电子钟的设计时期和版本号，放开SB1则退回时间显示状态。

更详细的说明书可以在本期《无线电》的配刊光盘里找到。和3208LED电子钟相比，这个制作的功能会显得少了一些，不过没关系，单片机是灵活、自由的天使，只要我们升级程序就可以拥有更好的功能，所以不用太在乎现在有的功能，眼光要放远一些。

练武场

31个字节的RAM空间、蜂鸣器、4个调时用的按键都存在，为什么没有设计闹钟功能呢？我想大家应该会把这当成一种遗憾。如果我把事情做得太完美了，就减少了你继往开来的机会。在3208LED电子钟里是有闹钟功能的，你可以参考它的实现方法来丰富12864LCD电子钟的功能。如果你真的实现了它，看你可以学到什么，至少你看懂了两个电子钟的源程序和工作流程，找到了闹钟部分的相关程序，知道如何将它移植到12864LCD电子钟上来，还要为新的闹钟程序写一个闹钟调时的操作界面。不用想了，做到这些你就已经不"菜"了。

2402LCD电子钟

图7 实物图

今天算是和电子钟较上劲了，一连3个电子钟是不是感觉有点腻？可是要注意它们所用的模块和功能都是不同的，每款都有自己的独到之处。这一款主要是具有强大的定时功能，而且它还有再开发的空间。不久我将增加此电子钟的远程家电控制功能，这又会增加它的实用性。也许你还有更好的想法想实现，苦于不懂程序开发，这并没有多大关系。我总认为懂硬件、懂编程没什么了不起，有一点基础的人看一段时间也都可以学会，关键还是要看设计者的思路和创意。多花一些时间研究有趣的创意会让单片机爱好者玩得更精彩。2402LCD电子钟外观如图7所示。

功能特点

★ 25路掉电不丢失数据的用户定时功能，定时生活方方面面。

★ 采用首创的忽略定时新概念。可以设置定时某项为忽略值，再配合25路定时项目使定时内容自由发挥、千变万化。

★ SAA3010红外遥控器输入控制，数字键输入数据，方便快捷。

★ 精准温度显示，全息时间显示，定时器使用量显示。所有数据一目了然。

★ 全程帮助提示和独立的帮助菜单，易学易用。

★ 数字键输入设置内容，不只用上/下键笨笨地调时了。

★ 人性化软件设计，设计时考虑到许多使用细节。

表3

品名	型号	数量	品名	型号	数量
LCD显示屏	24×02 字符型	1	单片机	AT89S52	1
扬声器	（视情况而定）	1	温度传感器IC	DS18B20	1
时钟IC	DS1302	1	备用电池	3.6V	1
晶振	12.00MHz	1	晶振	32.768kHz	1
稳压IC	LM7805	1	红外遥控器	SAA3010	1
EEPROM芯片	AT24C02	1	红外一体接收IC	TSOP1738	1
陶瓷电容	0.1μF	2	电解电容	220μF	2
电源适配器	9V 2A	1	LED	φ5	1
陶瓷电容	30pF	2	三极管	8550	1
电源开关	（视情况可选）	1	万用电路板	（视情况而定）	
电阻	5Ω	1	电阻	4.7kΩ	1
电源接口座	（视电源而定）	1	电阻	470Ω	1
电阻	10kΩ	1	电容	10μF	1
芯片插座	8PIN	2	芯片插座	40PIN	1

图8　SAA3010遥控器

采购时间

表3所示是这个设计中所用到的元器件。单片机依然选用AT89S52，只是屏幕变成了24列2行的字符型LCD显示屏。了解过单片机的朋友可能都听说过1602LCD显示屏，好像这已经成为单片机学习的必备之物。无论是杂志、网络、图书，只要是涉及单片机学习的都有1602显示屏介绍的部分。因为它是LCD显示屏模块中较常用而易学习的一款，再加上价格相对便宜，吸引了不少初学者购买。现在随便在网上搜索都可以找到许多卖屏的商家，而却鲜有关于1602LCD显示屏精致、实用的制作。我这里选择的2402LCD显示屏是完全兼容1602LCD显示屏的产品，区别只是多了8列显示。用2402LCD显示屏学习单片机也有同工之妙，现在市场上出售的2402LCD的内部驱动芯片和1602也都是一种，这是很容易买到的，不用完全对应型号，只要是2402LCD显示屏都可以实现本制作，现在2402LCD显示屏的市场价在30元左右，买屏的时候别忘了索要显示屏的技术资料，这同属于产品的一部分。

遥控器是采用现在单片机爱好者学习时最常用的SAA3010型遥控器，除了现在用在本制作中，同时还可以用在红外遥控器解码之类的单片机实验内容中。一般卖电视机遥控器的摊位都有卖的，只要型号是SAA3010都可以用于本制作。SAA3010遥控器的外观如图8所示，市场价在6元左右。

型号是TSOP1738的家伙是一种红外一体接收芯片，它可以接收并放大红外遥控器发出的信号，最后将数据发送给单片机处理。它和SAA3010遥控器是天作之合，谁也离不开谁，它们也是学习单片机对红外信号处理不可缺少的组合。虽然红外遥控器和红外接收芯片是一对黄金搭档，可是通常它们并不会出现在同一柜台。TSOP1738还得再到主营电子元器件的地方购买，市场价在3元左右。

这台电子钟具有25路掉电不丢失数据的定时功能，这种掉电不丢失来源于一片EEPROM芯片即AT24C02，这是一款可以擦写100万次、保存数据近百年、拥有256字节的存储芯片。它采用I²C通信接口，一般的单片机学习教程里也会讲到它，而我在这里就已经实际应用了。参考本制作的电路连接方法和源程序中对AT24C02的驱动部分，比从书本上理论地研究更容易理解，这也是“实践出真知”的道理。一片AT24C02的价格在2元左右。

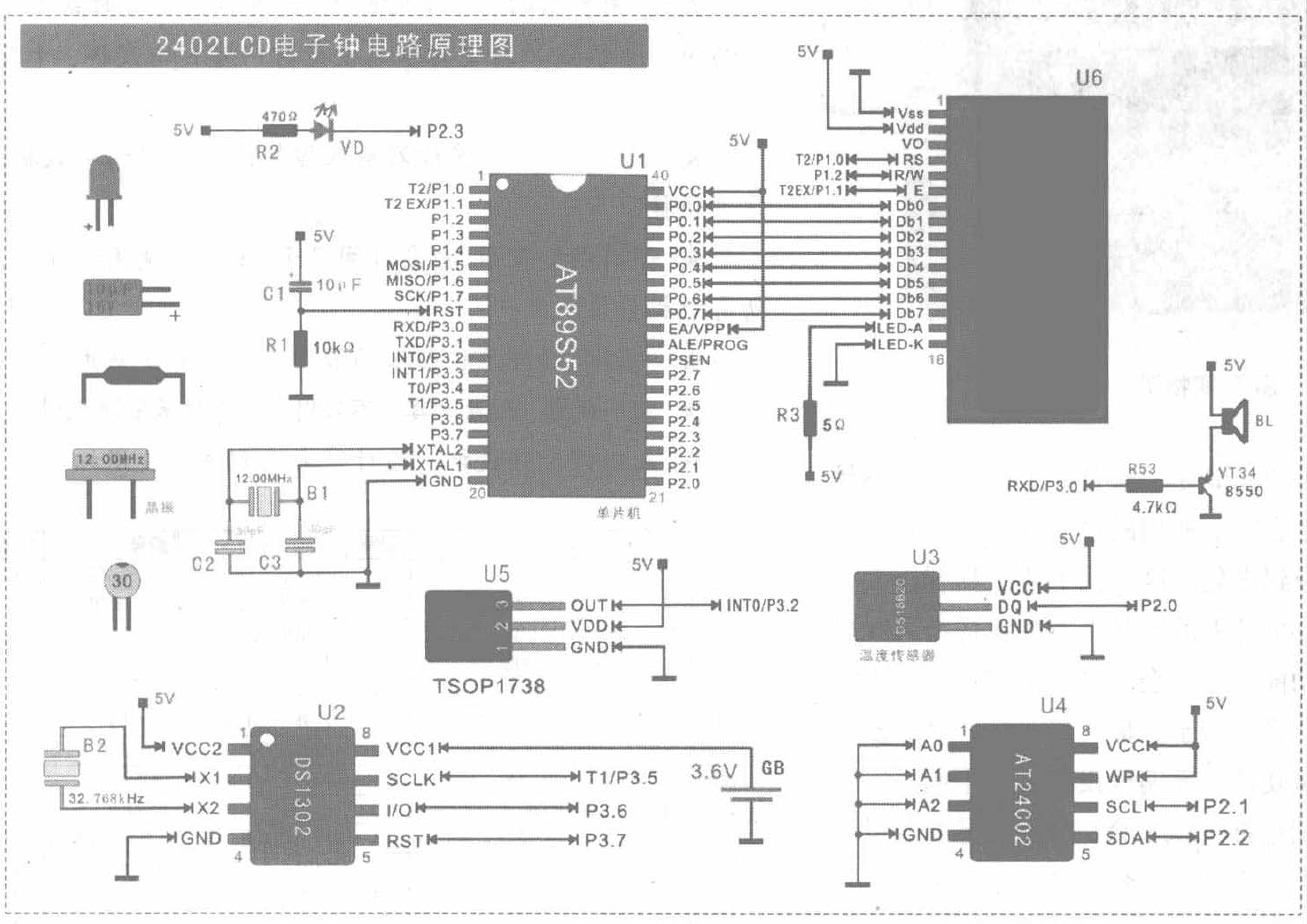


图9

制作过程

图9所示是2402LCD电子钟的电路图，你可能会发现这次单片机和LCD显示屏之间的连接线比上一个制作多一些。没错，这次我们采用的是LCD显示屏的并行连接，实际上这种连接是最为常见的，我们用两个制作分别介绍了LCD的两种连接方法，也提供了这两种连接的驱动程序。到这里我说不下去了，我已经黔驴技穷了。制作时要注意的地方前文早就介绍完了，我实在想不到还能注意什么，如果这几个制作独立成文的话我想我可以写得更多，现在只能说点无关紧要的东西拖延时间了。烙铁烧热的时候不能用手摸！这种级别的事情大家还是注意一下好。

工作原理

嗯，算一算这个2402LCD电子钟的功能很强大了，红外遥控器操作，25路独立定时闹钟，而且还是存放在EEPROM中，但这些功能并不会让单片机系统的工作原理显得很复杂。通电后依然先显示开机画面，5秒之后进入时间显示状态，之前也会检查时钟芯片的数据是不是已经丢失，如果丢失则自动完成初始化程序。在时间显示状态，单片机会不断从DS1302中读取时间数据、从DS18B20中读取温度数据、从AT24C02中读取闹钟数据并将它们一起送入LCD显示屏显示，和3208LED电子钟一样，闹钟数据也是不断地与时间数据比对的，如果相同则启动闹钟到时鸣响。每秒钟单片机将重复多次这样的工作。这个制作独特的地方是单片机不去读红外接收芯片的状态，是单片机不在乎用户对红外遥控器的操作吗？不是。其实是有更好玩的东西监视红外接收芯片状态，这就是中断控制器。我好像从来没有提过有这回事，只是它还是默默存在的。中断控制器是存在于单片机内部的，故名思义中断控制器是中断单片机正在运行的工作而让它干一点别的事情。正如你可以在看书，突然电话响了，你就会中断看书而先接电话，当电话挂断后你又会回过神来继续看书。单片机的正常工作就是读一堆数据送入LCD显示屏显示，而中断就是红外一体接收芯片发给单片机的一个低电平信号。单片机接到这个中断信号后就会先处理红外遥控器发来的操作，看看用户想干什么。用户操作完成了还回到时间显示状态读数据送显示。中断的应用比较广泛，简单的可以用在像上述的事件中断场合，复杂的可以用在操作系统程序的多任务切换。先了解一下，日后中断的学习足够你享受的。

使用说明

控制项（Controller 00～99）为00时定时器为长达30秒的闹钟鸣响，为01时定时器为单音鸣响，其它控制项（02～99）为预留功能，就是留着为以后的开发做准备。定时器的启动是由每个定时器组的“秒”设置项来决定开启或关闭的。当秒项被设置为忽略，则无论其它数据如何此定时项被认为关闭。当秒项被设置成00到59时则此定时器项为开启状态。即如果使用某定时器项则该项秒值不能为忽略。

“！ AL*”是定时器总开关，它显示在主菜单上，总有4种选择：

！ AL0：关闭所有定时器（只是关闭，定时器数据不会被删除）。

！ AL1：开启闹钟定时器。

！ AL2：预留功能，不要选择此项。

！ AL3：开启闹钟定时器。

采用忽略功能的定时器可以有多种样式的组合功能（？表示忽略定时的项）：

1－：设置单一次定时闹钟：2007/05/19 [？] 12：00.00 _00（只在2007年5月19日12时闹钟响一次。注意：_00是控制项数据）

2－：设置每日定时闹钟：？/？/？[？] 12：00.00 _00（在每天的12时闹钟响一次）

3－：设置某月定时闹钟：？/05/？[？] 12：00.00 _00（每年5月份的12时闹钟响一次）

4－：设置星期定时闹钟：？/？/？[五] 12：00.00 _00（每周五的12：00.00闹钟响一次）

关于遥控器键盘功能可以在电子钟工作时按“MUTE”键查看帮助菜单，连续按“MUTE”键查看下一页帮助信息，各按键的功能上面写得很清楚。时间设置什么的功能就不介绍了，因为比较简单，玩一玩就明白了。

练武场

定时闹钟是2402电子钟的特长，可是生活中可能用不到这么多的闹钟。用不到的闹钟放着很浪费资源又污染环境。怎么把它们利用起来变废为宝呢？我们发现单片机的I/O口还有一些没有用到的，如果在这些I/O口上扩展一些控制电路来用定时功能控制家用电器定时不是很好吗！研究一下源程序，不难实现。

洗衣机控制器

我在《白手起家》里就曾说过，单片机可以帮我们洗衣、做饭。我家的洗衣机是一个便宜的二手货，里面有一个发条和齿轮组成的定时器，刚买来没几天就坏了，我非常高兴，因为我可以制作用单片机控制的洗衣机了。其实是我把它拆坏的，对单片机的热爱已经让我冒犯了洗衣机的原设计者，我找到一些高级洗衣机的洗衣流程，又加上

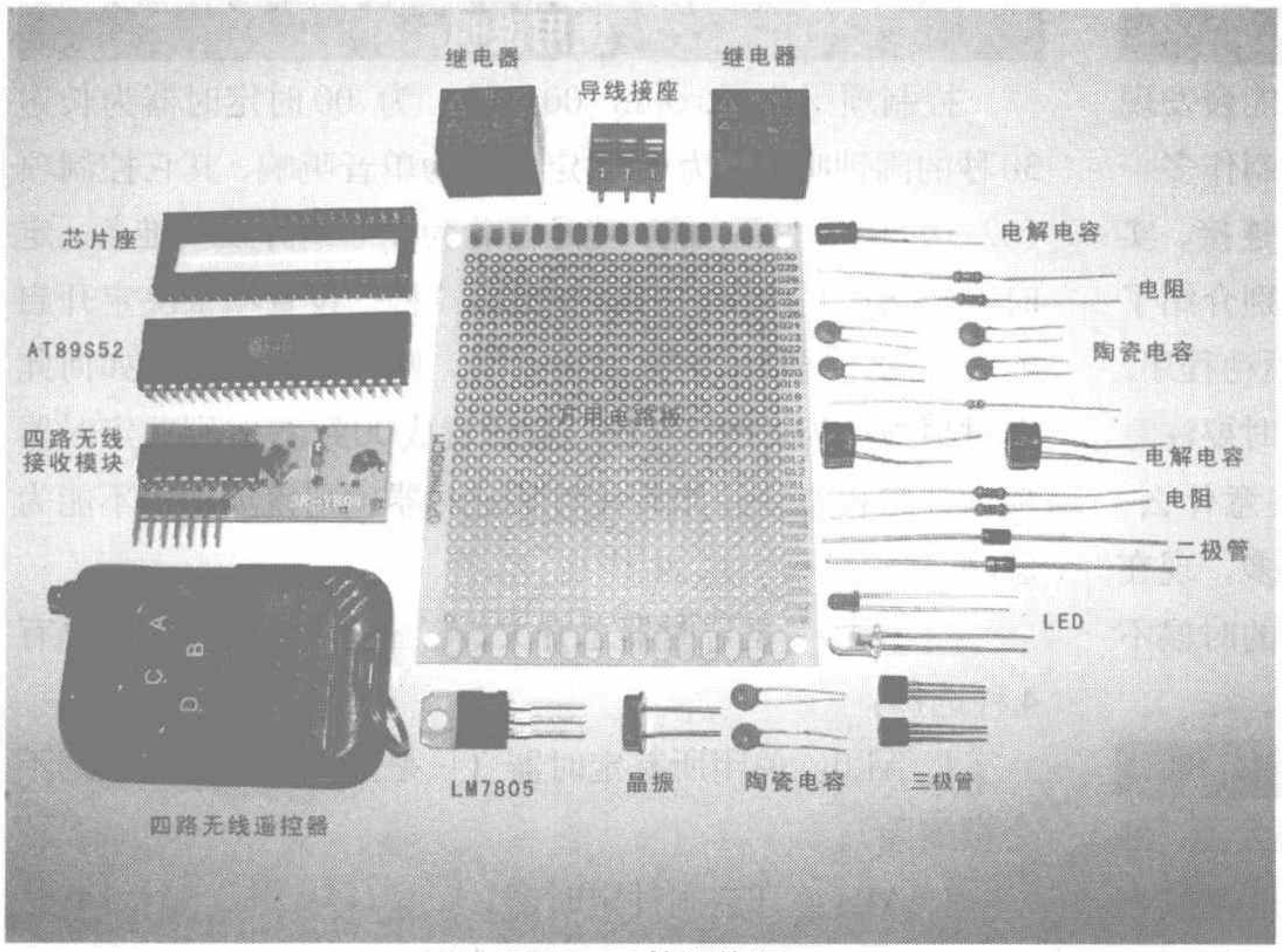


图10 元件集体照

了独一无二的无线遥控器控制功能。三次按键完成洗衣设置，这真是懒汉和想抽出洗衣服时间学习单片机的朋友之最佳选择。

功能特点

★ 用户可设置洗涤强度（柔和、低、中、高）

★ 用户可设置洗涤时间（5/10/15/20分钟）

★ 用户可选择多种洗涤方式

★ 蜂鸣器提示和LED提示

★ 具有浸泡延时功能

★ 采用无线遥控远距离控制

★ 洗涤暂停和洗涤中止功能

采购时间

在采购洗衣机控制器的元器件时也不会感觉困难了，元器件相比少了许多，而且还很便宜。表4所示是洗衣机控制器的元器件清单，拿单选货不会错了，一回生二回熟，这是第五次，应该已经熟烂了。

图10是洗衣机控制器的元器件集体照片，有几个头一回遇见的东西我得念叨念叨。继电器对于玩过电子制作的朋友应该不会陌生，这里使用的是5V工作电源、负载为250V、7A的继电器两个，它们分别控制蜗轮式洗衣机的电机正转和反转，在选择的时候要考虑到你的宝贝洗衣机的实际功率。继电器一定要选择质量好的，不能图便宜，不然用不了几天就坏掉了。一般这种型号的继电器的市场价在3元左右。

表4

品名	型号	数量	品名	型号	数量
万用电路板	（视情况而定）	1	单片机	AT89S52	1
晶振	12.00MHz	1	二极管	1N4007	2
稳压IC	LM7805	1	继电器	5V−AD 250V 7A	1
无线发射遥控器	4路	1	无线接收模块	4路	1
陶瓷电容	0.1μF	2	电解电容	220μF	2
电源适配器	9V 2A	1	LED	φ5	1
陶瓷电容	30pF	2	三极管	8050	2
蜂鸣器	（视情况而定）	1	电阻	4.7kΩ	2
芯片插座	40PIN	1	电阻	470Ω	2
导线接座	3路	1	电容	10μF	1
电阻	10kΩ	1			

无线遥控收、发器的选择也是关键的环节，我这里选用的是具有2262和2272芯片编、解码的四路无线遥控模块，其有效距离可达100米，用户可以设置编码为遥控器加密。使用这种模块的可靠性高、易于和单片机连接，程序设计上也简单易用。这样一套收发组合的市场价在25元左右。

制作过程

这次的制作要有一些危险了，因为继电器部分会涉及到强电。我说的不只是你的危险还有单片机的危险。在制作时不要接电机的部分，可以用万用表先测试好最后再接入电机。单片机要尽量远离继电器，因为继电器工作时的动作会对无线遥控接收模块和单片机电路产生干扰。最好在电路中多加些滤波电容，减少电源部分的干扰。

无线遥控接收模块是必须外接一条天线的，用普通的绝缘导线就可以。注意天线不要过长，不然反而降低了接收的质量，一般10cm～20cm即可。尽量缩短单片机和无线遥控接收模块的连接线长度，这也是为了防止干扰。当遥控器突然不听使唤的时候，你会知道抗干扰是多么重要，我还是希望事先预防、不要遭遇的好。洗衣机控制器的制作成品如图11所示。

工作原理

有空还是先看看我的源程序，配合源程序介绍工作原

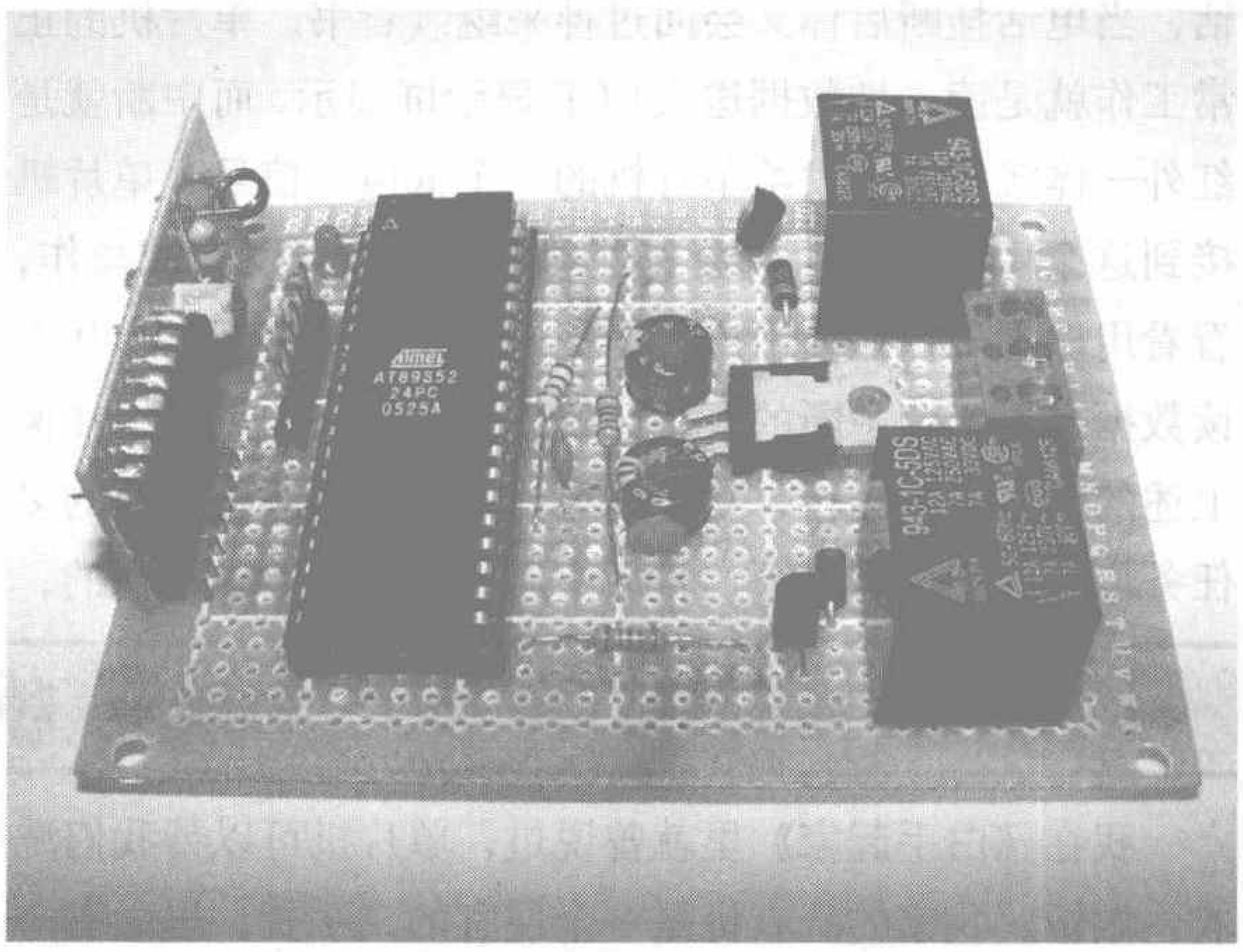


图11 洗衣机控制器实物图

FEATURE

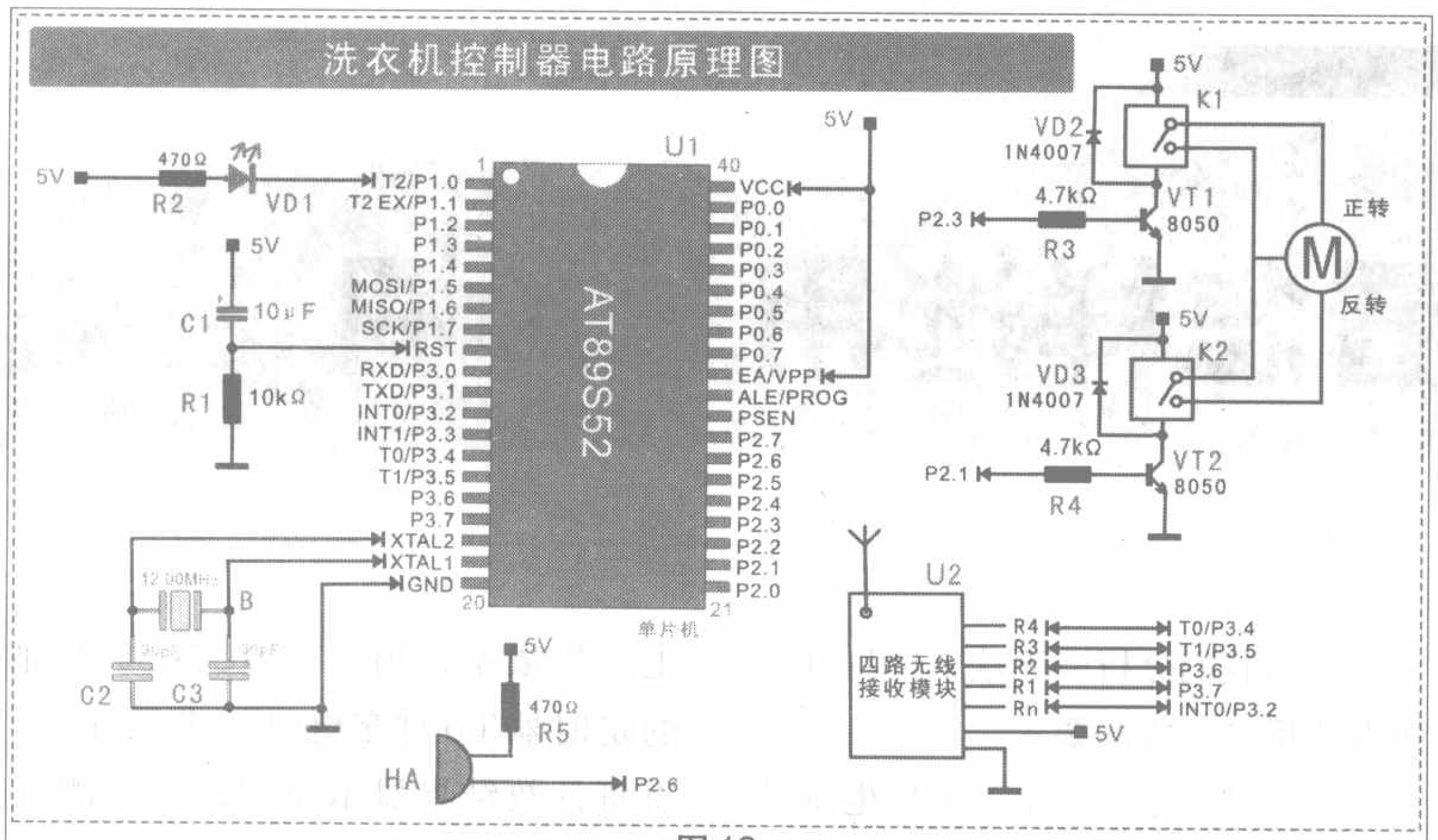


图12

理会有事半功倍的效果。在通电时蜂鸣器长鸣一声，VD1也被点亮，这表示系统已经准备好接收无线遥控的指令了。单片机一直在读取无线遥控器的状态，当收到无线遥控器的指令后，将得到的数据作为第一项的设置内容，即洗涤强度。蜂鸣器短鸣一声进入等待洗涤时间的设置，这个数据同样来自无线遥控器上的4个按键。蜂鸣器短鸣两声进入等待洗涤方式的设置，过程都是相同的。因为这款洗衣机控制器没有各状态的指示灯和显示屏，所以采用了分步设置的方法以简化操作。长鸣一声后洗衣机按事先的设置开始洗衣，VD1快速闪烁表示洗衣状态，懒汉们可以躲在一旁看电视，洗衣机控制器会完成初洗、浸泡、洗涤的工作，之后长鸣6声表示洗衣结束。洗涤期间单片机的P2.1和P2.3会不断输出高、低电平来操作两个继电器让电机正、反转，同时还要接收无线遥控器发来的中断信号，以暂停或结束洗涤。当洗涤过程结束，蜂鸣器长鸣6声，系统又回到了开机时等待无线遥控信号的状态，这方便漂洗或是洗涤其他衣物。

使用说明

冷启动或复位后顺序按三次按键，选择强度、时间和方式，在无线遥控器上有A、B、C、D 共4个按键，按顺序按下它们即可实现设置。其详细功能设置如下：

第一次按键是选择洗衣强度，A：柔和；B：低；C：中；D：高。

第二次按键是选择洗衣时间，A：5分钟；B：10分钟；C：15分钟；D：20分钟。

第二次按键是选择洗衣方式，A：3分钟初洗→15分钟浸泡→洗涤→结束；B：3分钟初洗→30分钟浸泡→洗涤→结束；C：15分钟浸泡→洗涤→结束；D：洗涤→结束。

在洗涤过程中也可以暂停或结束洗涤，长按 B 键：暂停洗涤；长按 A 键：继续洗涤（暂停时有效）；长按 D 键：结束并复位程序。

在操作过程中可以从提示音中了解设置的状态，短鸣1次：强度设置完成；短鸣2次：时间设置完成；长鸣1次：冷启动／方式设置完成／开始洗涤；长鸣6次：洗涤结束。

在操作和洗涤过程中指示灯可以显示系统当前的工作状态，长亮：冷启动／等待输入／洗涤结束；慢闪（1秒）：浸泡；快闪（每1/4秒）：洗涤。

练武场

现在家电中用到电机的地方不只是洗衣机，同样是用继电器控制电机，可不可以将洗衣机控制器易居到电风扇里呢？用无线遥控器控制风扇开关、风速、定时等功能。硬件电路完全适合这一场合，只要修改程序就可以实现。面对天书般的代码你头晕了吗？单片机可以帮助你异想天开，不过首先你要学会和它交流的语言。

尾声

我认真地完成着，打磨每一个细节的棱角，希望可以呼应《无线电》扩版的喜讯，带给大家技术类文章全新面貌。如果你喜欢这样的风格，请给予我鼓励，让我可以继续与大家交流、分享；如果有过失，请诸位务必指正批评，令我在大家的帮助下学习、进步。希望本文带给你技术上的收益的同时能让你有一个快乐的心情。

未来的日子里你会安静地坐在自己的房间看书、实验，时而苦思冥想，时而欢呼胜利。单片机世界疆土辽阔，有看不完的知识、学不尽的门道。我能做的事情也只是激发你对单片机的兴趣，后面的路还有很长，要靠你自己慢慢摸索。《无线电》是不错的导师，集合优秀的制作和思想，伴随着爱好者成长。除此之外还要多看一些书籍，以我的经验而言，在选择时最好不要被书名的绚丽所吸引，关键是要看全书的内容。如果翻开一本书，前面的内容能看懂，后面的内容看不懂，则说明这是适合你的书。同时还要看书中是不是理论结合实验，即不只是讲一堆理论，又不完全倾向于实验。也可问一问老师或是学习单片机的前辈，让他们推荐几本口碑不错的书。除了书本的知识，有条件的朋友可以上网找一些优秀的网站和论坛“泡一泡”，多学习、多看帖子、多参与讨论、多收集网上的优秀资源。在单片机的武林，高手如云，最重要的是始终保持谦虚谨慎的态度，最后祝各位书山顺风路、学海顺风舟！

从实例看怎样选用单片机

文 / 吴汉清

大家在进行单片机实验和开发产品过程中，往往对选用什么品种和型号的单片机感到很迷茫，不知从何着手。这主要是由于应用系统的性质、规模、投资大小等因素千差万别，单片机的种类又名目繁多，因此选用单片机很难有一个固定的规范。本文试图通过实例说明单片机选用的一般原则。

从一个实例说起

下面我们看一个单片机数字电容表的实例。

要测量一个电容的容量，常用的有两种方法：第一种方法是把电容作为一个振荡电路（如RC振荡电路）回路中的一个元件，通过测量振荡频率即可知道电容量；第二种方法是通过测量RC充放电回路的时间常数来测量电容量。

这里采用第二种方法设计一个单片机数字电容表，测试原理见图1。电源电压E+经电阻R给被测电容CX充电，CX两端原电压随充电时间的增加而上升。当充电时间t等于RC时间常数τ时，CX两端电压约为电源电压的63.2%，测量电容器充电达到该电压的时间，便能知道电容器的容量。

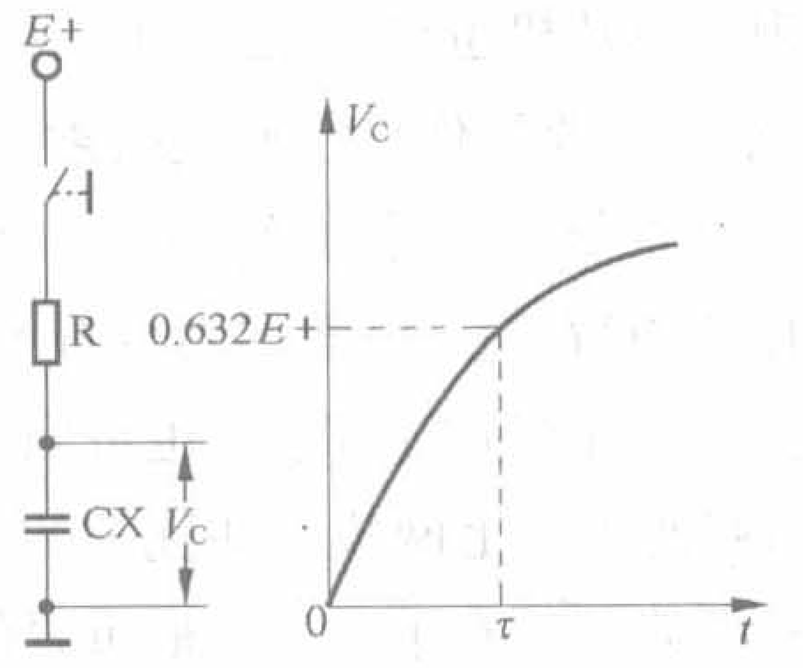


图1 测试原理图

下面我们分析一下这个单片机系统对所用单片机的要求。

为了判断电容C上的充电电压是否达到电源电压的63.2%，可以用电压比较器来检测，这样我们就必须选用一个有比较器的单片机。

测量结果采用4位数码管显示，采用动态扫描的显示方式，如果不用译码电路，采用数码管直接和单片机相连的方式，字段要占用7个I/O口，数码管位选要占4个I/O口，加上电压比较器的2个I/O口，因此所选用的单片机不能少于13个I/O口。

设计程序的过程可能要进行反复修改，因此要选用带Flash程序存储器的单片机，由于程序不是太复杂，程序存储器的容量有1KB就足够了。

综合上述因素，再考虑价格、单片机是否易购等因素，最后确认Atmel公司的单片机AT89C2051可以满足要求。

测量电路如图2所示。A为AT89C2051内部构造的电压比较器，AT89C2051的P1.0和P1.1口除了作I/O口外，第二功能是作为电压比较器的输入端，P1.0为同相输入端，P1.1为反相输入端，电压比较器的比较结果存入P3.6口对应的寄存器，P3.6口在AT89C2051外部无引脚。电压比较器的基准电压设定为0.632E+，在CX两端电压从0升到0.632E+的过程中，P3.6口输出为0，当电池电压CX两端电压一旦超过0.632E+时，P3.6口输出变为1。以P3.6口的输出电平为依据，用AT89C2051内部的定时器T0对充电时间进行计数，再将计数结果显示出来即得出测量结果。

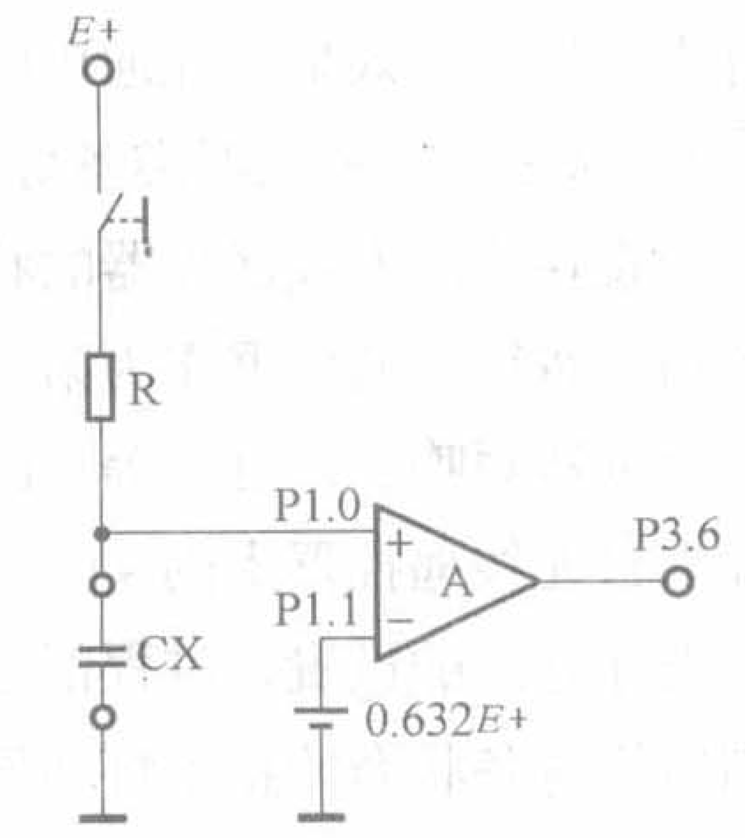


图2 测量电路

整机电路见图3。电路由单片机电路、电容充电测量电路和数码显示电路等部分组成。P1.0除了作比较器同相输入端外还兼作测试电容CX的放电回路。数码管采用的是共阴数码管。

单片机选择的原则

由于单片机种类繁多，各种型号都有其一定的应用环境，因此在选用时要多加比较，合理选择，以期获得最佳的性价比。从上面这个例子我们可以看出选用单片机的一些基本原则了，下面就具体说一下。

★性能

如何选择单片机，首先也是最重要的一点就是考虑功能需求，即设计的对象是什么，要完成什么样的任务，再根据设计任务的复杂程度来决定选择什么样的单片机。在选型时可从下面不同角度进行考虑。

FEATURE

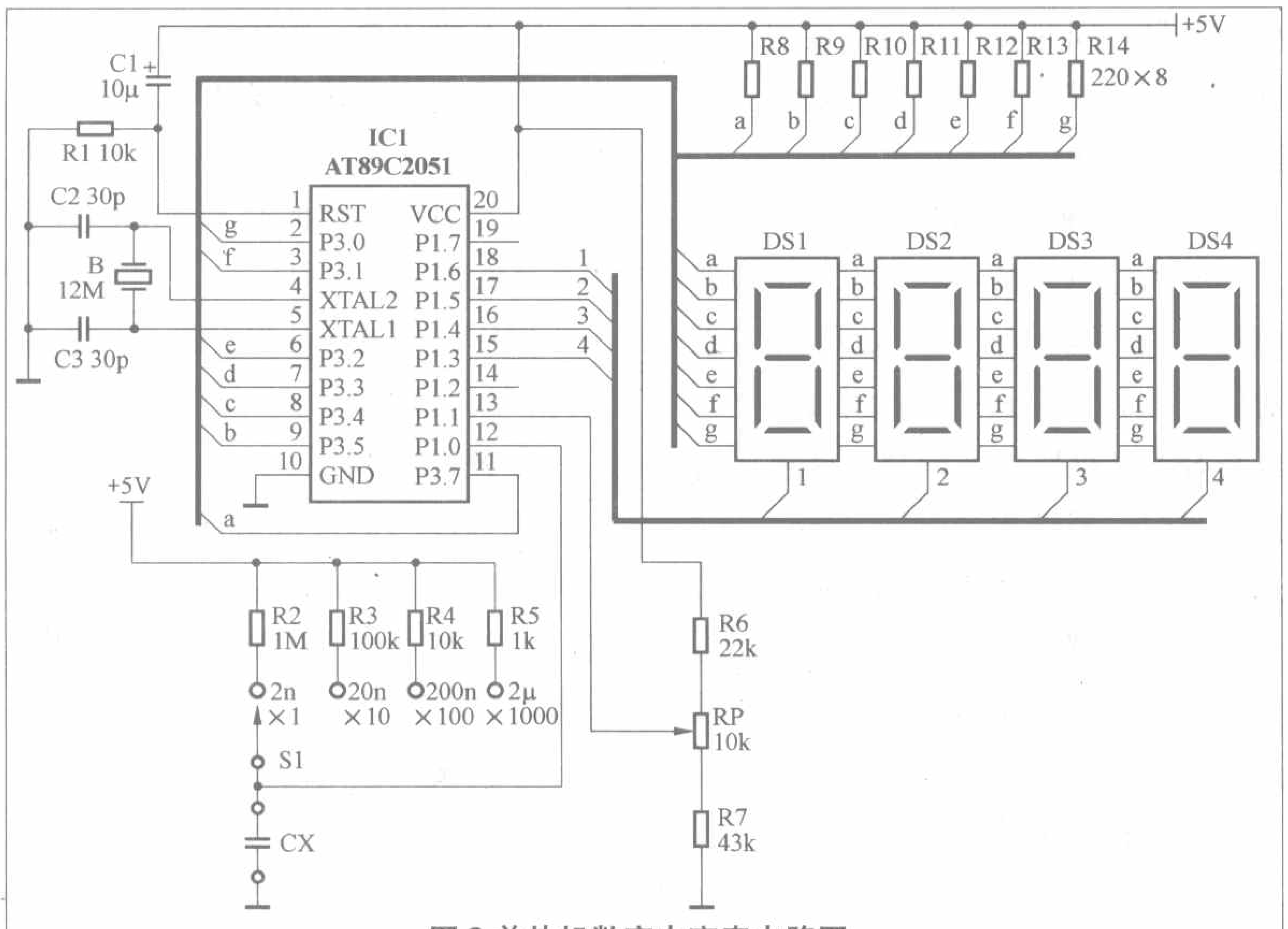


图3 单片机数字电容表电路图

★ 存储器

单片机的存储器可分为程序存储器（ROM）和数据存储器（RAM）。

程序存储器是专门用来存放程序和常数的，有MASK(掩模)ROM、OTPROM、EPROM、FlashROM等类型。掩模这种形式的程序存储器适用成熟的和大批量生产的产品，如使用到彩色电视机等家电产品中的单片机就采用这种方式，只要用户把应用程序代码交给半导体制造厂家，在生产相应的单片机时将程序固化到芯片中，这种芯片一旦生产出来，程序就无法改变了。采用EPROM的单片机具有可以灵活修改程序的优点，但存在需要紫外线擦除、较费时间的缺点。在自己做试验或样机的研发阶段，推荐使用Flash单片机，它有电写入、电擦除的优点，使得修改程序很方便，可以提高开发速度。对于初具规模的产品可选用OTP单片机，它不但能免去较长的产品掩膜时间，加快产品的上市时间，而且方便程序的修改，能够对产品进行及时的调整和升级。

程序存储器的容量可根据程序的大小确定。对于8位单片机片内程序存储器的最大容量能达到64KB，不够时还可以扩展。选用时程序存储器的容量只要够用就行了，不然会增加成本。

数据存储器是程序在运行中存放临时数据的，掉电后数据即丢失，现在有些型号的单片机提供了EEPROM，可用来存储掉电后需要保存的关键数据，如系统的一些设置参数。

★ 运行速度

单片机的运行速度首先看时钟频率，一般情况对于同一种结构的单片机，时钟频率越高速度越快。其次看单片机CPU的结构，采用CISC结构（集中指令集）比采用RISC结构（精简指令集）的速度要慢。就是同一种结构、同一时钟频率的单片机，有时候速度也不一样，比如Winbond（华邦）公司的W77系列的51单片机1个机器周期只要4个时钟周期，而一般的51单片机1个机器周期是12个时钟周期，前者的速度就是后者的3倍。

在选用单片机时要根据需要选择速度，不要片面追求高速度，单片机的稳定性、抗干扰性等参数基本上是跟速度成反比的，另外速度快功耗也大。

★ I/O(输入/输出)口

I/O口的数量和功能是选用单片机时首先要考虑的问题之一，要根据实际需要确定I/O口的数量，I/O口多余了不仅芯片的体积增大，也增加了成本。

选用时还要考虑I/O口的驱动能力，驱动电流大的单片机可以简化外围电路。51等系列的单片机下拉（输出低电平）时驱动电流大，但上拉（输出高电平）时驱动电流很小。而PIC和AVR系列的单片机每个I/O口都可以设置方向，当输出口使用时以推挽驱动的方式输出高、低电平，驱动能力强，也使得I/O口资源灵活、功能强大、可充分利用。当然我们也可以根据I/O口的功能来设计外围电路，例如用51单片机驱动数码管，我们选用共阳的数码管就能发挥其输出口下拉驱动电流大的特点。

★ 定时/计数器（T/C）

大部分单片机提供2～3个定时/计数器，也有少数提供1个或4个定时器的。有些定时/计数器还具有输入捕获、输出比较和PWM（脉冲宽度调制）功能，如AVR单片机。有的单片机还有专门的PCA（可编程计数器阵列）模块和CCP（输入捕获/输出比较/PWM）模块，如PIC和Philips的部分中高档单片机。利用这些模块不仅可以简化软件设计，而且能少占用CPU的资源。

现在还有不少单片机提供了看门狗定时器（WDT），当单片机“死机”后可以自动复位。

选用时可根据自己的需要和编程要求进行选择，不要片面追求功能多，用不上的功能就等于金钱的浪费。

★ 串行接口

单片机常见的串行接口有：标准UART接口、增强型UART接口、I^2C总线接口、CAN总线接口、SPI接口、USB接口等。大部分单片机都提供了UART接口，也有部分单片机没有串行接口。在没有特别说明的情况下我们常说的串行接口，简称串口，指的

就是UART。

如果系统只用一个单片机芯片时，UART接口或USB接口通常用来和计算机通信，不需要和计算机通信时可以不用。

SPI接口可用来进行ISP编程，当你没有编程器时，尽量选用带这种接口的单片机，当然SPI接口也能用来和其它外设进行高速串行通信。

I^2C总线是一种两线、双向、可多主机操作的同步总线，I^2C总线是一种工业标准，被广泛应用在各种电子产品中，如现在的彩色电视机就采用I^2C总线进行参数的设置。具有I^2C总线接口的单片机在使用AT24C01等串行EEPROM时可以简化程序设计。

通常情况下使用最多的是UART接口，其它接口可根据你的需要选择。

★ 模拟电路功能

现在不少单片机内部提供了A/D转换器、PWM输出和电压比较器，也有少量的单片机提供了D/A转换器。单片机在集成片内A/D转换器的同时，还集成了采样/保持电路，使用户容易建立精密的数据采集系统。

PWM输出模块可用来产生不同频率和占空比的脉冲信号。利用PWM输出模块配合RC滤波电路即可方便实现D/A输出功能。PWM输出模块也可以用来实现直流电机的调速等功能。

单片机内部集成的电压比较器可以实现多种功能，例如作阈值检测，实现低成本的A/D转换器等。

★ 工作电压、功耗

单片机的工作电压最低可以达到1.8V，最高为6V，常用的单片机工作电压为4.5V～5.5V，低电压系列为2.7V～5.0V或2.4V～3.6V。选用时根据供电方式确定。

单片机的功耗参数主要是指正常模式、空闲模式、掉电模式下的工作电流，用电池供电的系统要选用电流小的产品，同时要考虑是否要用到单片机的掉电模式，如果要用的话必须选择有相应功能的单片机。

★ 封装形式

单片机常见的封装形式有：DIP（双列直插式封装）、PLCC（PLCC要对应插座）、QFP（四侧引脚扁平封装）、SOP（双列小外形贴片封装）等。做实验时一般选用DIP封装的，如果选用其它封装，用编程器编程时还配专用的适配器。如果对系统的体积有要求，如遥控器中用的单片机，往往选用QFP和SOP封装的。

各种封装形式见图4。

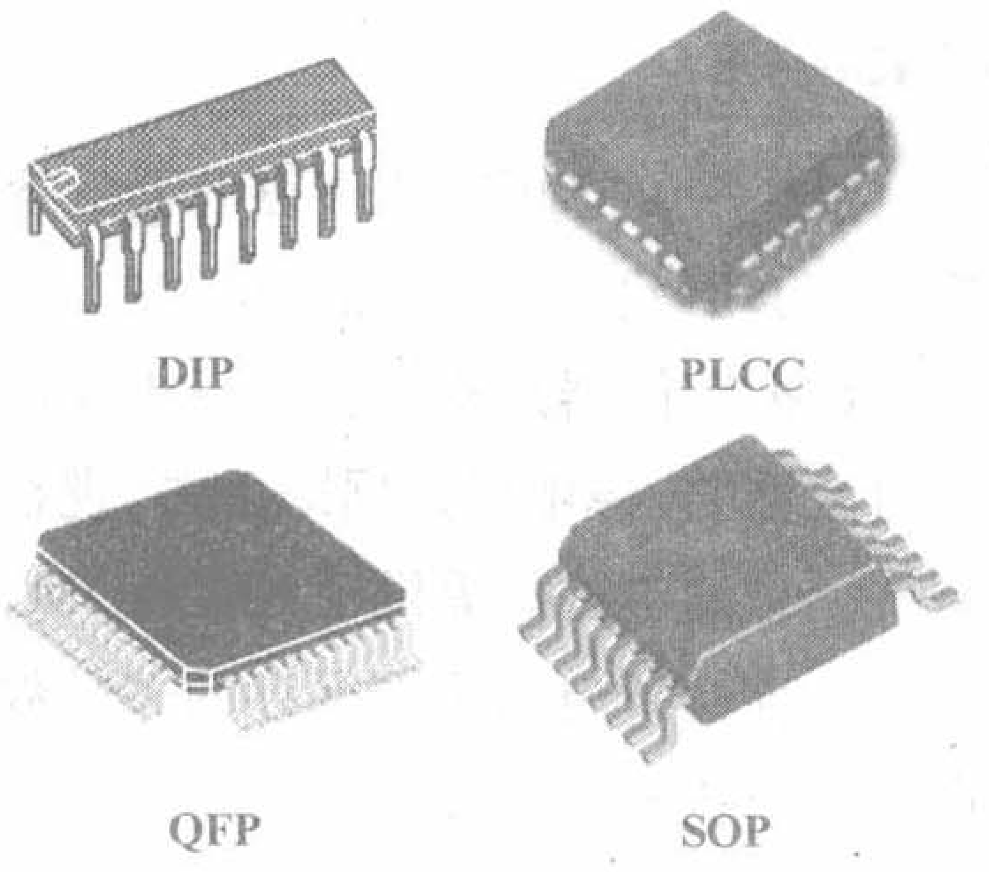


图4 单片机常用的封装图

★ 抗干扰性能、保密性

选用单片机要选择抗干扰性能好的，特别是用在干扰比较大的工业环境中的尤应如此。单片机加密后的保密性能也要好，这样可保证你的知识产权不容易被侵犯。

★ 其他方面

在单片机的性能上还有很多要考虑的因素，比如中断源的数量和优先级、工作温度范围、有没有低电压检测功能、单片机内部有无时钟振荡器、有无上电复位功能等等。

1. 单片机的可开发性

这也是一个十分重要的因素。所选择的单片机是否有足够的开发手段，直接影响到单片机能否顺利开发，以及开发的速度。对于被选择的单片机，应考虑下列问题。

2. 开发工具、编程器

有没有集成的开发环境，在支持汇编语言的同时是否支持C语言，使用C语言可加快你的开发进度，另外C语言的移植性也好。

你所选用的单片机有没有编程器支持，或能否采用ISP编程。

3. 开发成本

你选择的单片机对应的编程器、仿真器价格是否高，是否要用专用设备，比如有时单片机需要选用专用的编程器，这样你的开发成本就高了。

4. 开发人员的适应性

这也是一个很实际的问题，如果有两种单片机都能解决问题，当然选一种你熟悉的品种。在大多数情况下大家往往优先考虑选择51系列的单片机。

5. 技术支持和服务

可以从下面几个方面进行考虑。

(1) 技术是否成熟

经大量使用被证明是成熟的产品你可以放心使用。

(2) 有无技术服务

国内有没有代理商和相应的技术支持，网站提供的资料是否丰富，包括芯片手册，应用指南，设计方案，范例程序等。

(3) 单片机的可购买性

单片机是否可直接购买到，这是指单片机能否直接从厂家或其代理商处买到，购买的途径是否顺畅。单片机是否有足够的供应量，以保证所选择的单片机能满足产品的生产需要。

选择单片机，还应注意选择那些仍然在生产之中的型号，已经停产的单片机是不能选用的，因为它已无后续供货能力，直接影响到产品的继续生产和生命力。同时，也会给人以一种过时的感觉，从而影响产品的新颖性。

最好还要看一下所选用的单片机是否在改进之中，显然，对于准备推

出新版本或有新版本的单片机，选择用于应用系统或产品具有较强的后劲。

6. 产品价格

这也是一个很重要的因素，在其它条件相当的情况下，当然选择价格低的产品，这样可以提高性价比。

根据上面几个原则对单片机进行选择，就可以选择出最能适用于你的应用系统的单片机，从而保证应用系统有最高的可靠性、最优的性价比、最长的使用寿命和最好的升级换代性。

实例分析

下面再用上面说的一些基本原则回过来通过几个实例进一步说明怎样选用单片机。

★电动自行车里程表

设计要求＞＞＞

用单片机设计一个电动自行车里程表，要求能显示总里程、本次里程和速度。采用6位数码管显示，最大显示里程为99999.9km，掉电后数据不丢失，即里程有累计功能。检测传感器采用开关型霍尔集成电路UGN3020，永久磁铁固定在车轮上，UGN3020固定在车轮的叉架上。车轮每转动一周，磁铁就经过UGN3020一次，它就输出一个脉冲信号。用单片机对脉冲信号进行计数，再根据车轮的周长即可计算出行驶的里程和速度。

从上面里程表的功能我们可以分析一下对单片机的要求：

（1）6个数码管采用动态扫描显示的方式要占用13个I/O口，霍尔传感器要用1个I/O口，功能选择按钮开关要用1个I/O口，至少要用到15个I/O口；

（2）由于要求掉电后数据不能丢失，因此最好选用带EEPROM数据存储器的单片机，避免再外加AT24C01等型号的EEPROM；

（3）因为大部分单片机应用开发人对51系列的单片机比较熟悉，所以在选单片机时，优先从51系列单片机中选用。

综合上述因素，通过查看有关单片机的资料，发现选用Atmel公司的单片机AT89S8252比较合适，AT89S8252的引脚配置见图5。

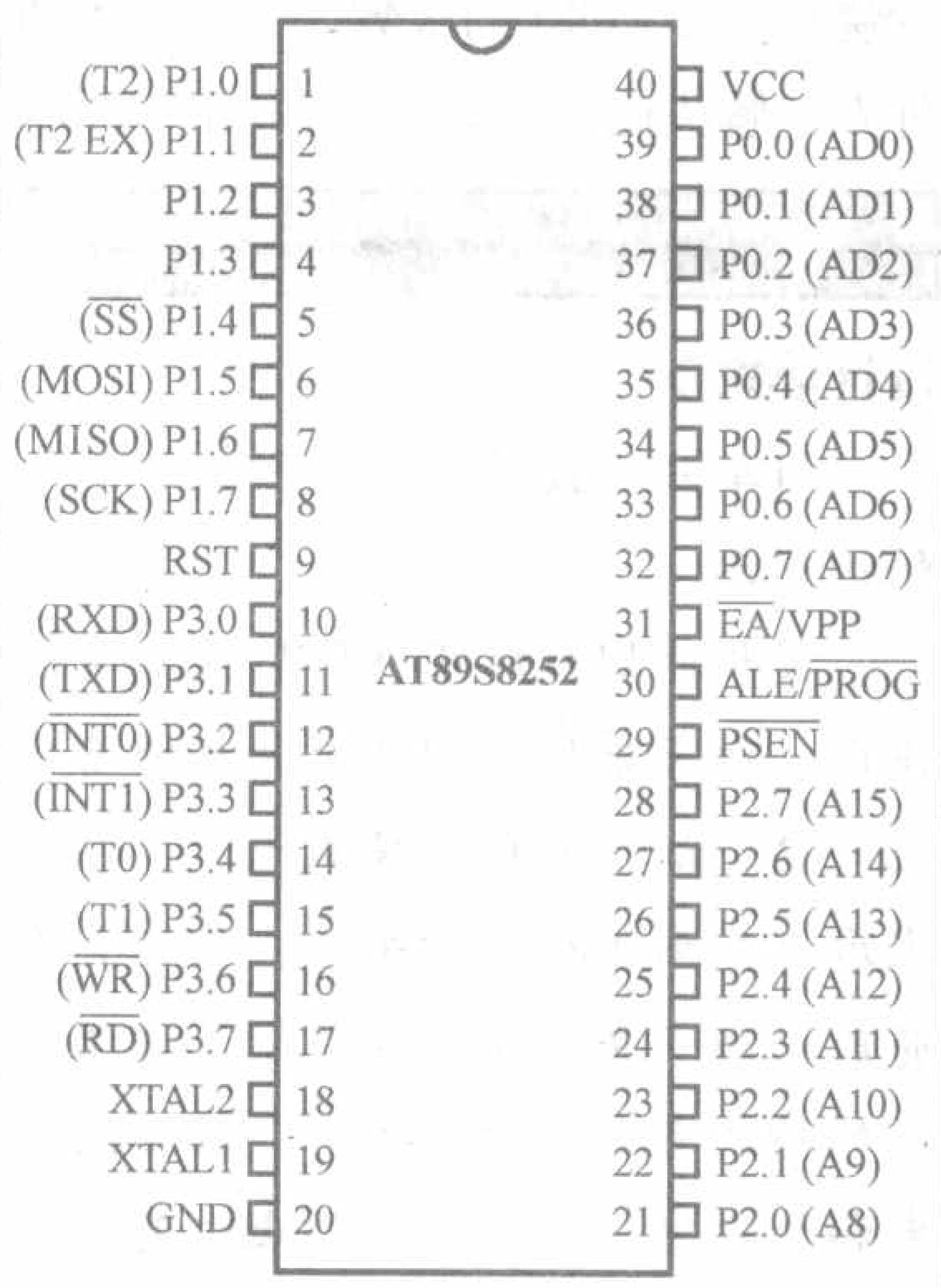


图5 AT89S8252引脚配置图

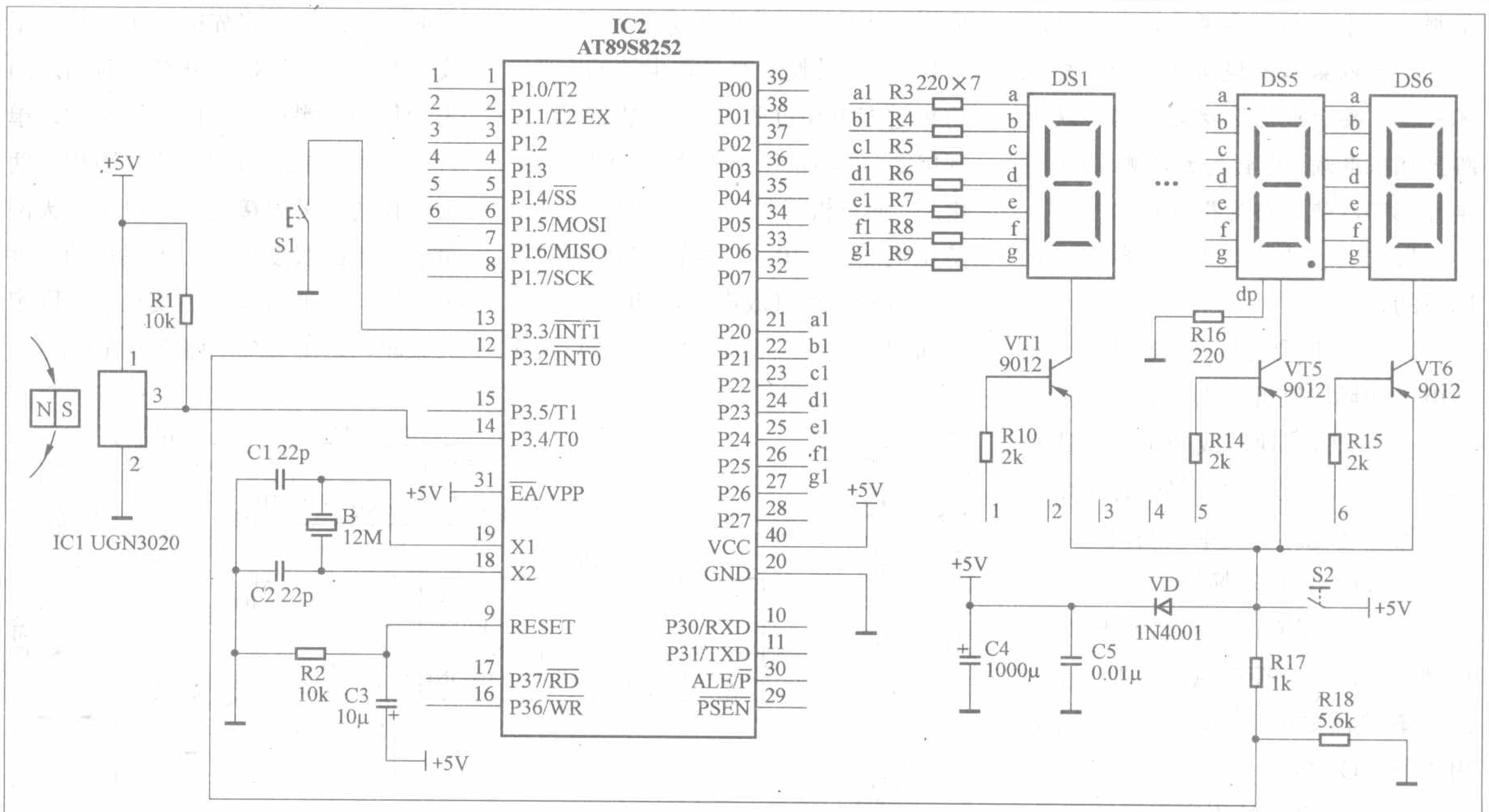


图6 电动自行车里程表电路图

设计时使用AT89S8252的T/C0对霍尔传感器输出的脉冲进行计数，电路见图6。

图6中S1为显示选择开关，初始状态为显示总里程，按一下显示本次里程，再按一下显示速度，如此循环。

由于EEPROM的烧写寿命为10万次，如果每行走0.1km就写一次数据的话，则只能记录10000km，因此必须减少烧写EEPROM的次数。可以采用两种方法解决这一问题 一是利用中断功能，在里程表断电时，将RAM里的里程数据写入EEPROM，这样断一次电才烧写一次EEPROM，图6的电路中就采取了这种方式，利用单片机的外部中断功能来实现，当6V电源电压正常时，INT0引脚为高电平，当6V电源切断时，INT0引脚上的电平变为零，引起中断，由中断服务子程序将RAM中的里程累计值烧写到EEPROM中，烧写的瞬间，单片机的工作电源依靠C4上的电量即可维持，下次里程表加电工作时，读取上次烧写到EEPROM中的里程值作为本次开始累计的起始值，在RAM中进行累加；二是在软件上想办法，在车辆停止行驶5秒钟后烧写一次EEPROM，这样烧写的次数也是很有限了，由于在马路上经常要遇到红灯，所以这种方式烧写EEPROM的次数明显多于第一种。

因为电动自行车的电源为36V或48V，所以最好采用DC-DC变换的方式得到6V工作电源。

★ 太阳能LED灯控制器

设计要求＞＞＞

用单片机设计一个太阳能LED灯的控制器。

太阳能LED灯可作路灯或庭院灯使用，白天采用太阳能电池板给蓄电池充电，晚上采用两段式点灯，即天黑后点亮到深夜自动关闭，第二天天亮前自动点亮，天亮后关闭。这里涉及的控制有：定时开关灯；蓄电池充电和放电电压的监测，防止过充电和过放电；环境光照强度的测量，作为晚上天黑时开灯和早晨天亮时关灯的依据。由于一年四季黑夜的长度都不一样，所以第二天提前开灯的时刻也不一样。要完成上述功能，用传统电路显然很麻烦，甚至无法实现，而使用单片机可以使电路变得很简洁。

根据上述的功能要求对单片机有以下的要求：

1. 单片机要处理两个模拟量：电池电压和环境照度，因此要求单片机有两个A/D转换器或两个电压比较器，比较一下用A/D转换器比用电压比较器外围电路更简单，引脚也少，因此决定采用A/D转换器；

2. 单片机有两个控制输出，一个控制充电，一个控制点灯。加上两个A/D转换器要用两个输入端，这样要用4个I/O口；

3. 由于系统的程序容量并不大，因此程序存储器有1KB就足够了；

4. 太阳能电池和蓄电池实际上组成不间断电源，单片机的数据不存在掉电丢失的问题，而且每天都自动更新，因此可以不选用带EEPROM的单片机。

综上所述，经过反复比较，可选用8只引脚的PIC12C671单片机。

为了充分利用I/O口，采用芯片内部的RC振荡器做时钟源，采用上电复位的复位方式。电路见图7。

图7中R5、R6组成蓄电池电压的取样分压电路，此电压送单片机AN0端作A/D转换后测量蓄电池的电压，防止过充电和过放电。充电时如果发现电池电压偏高，则单片机5脚输出低电平，使三极管VT2截止，停止充电，防止电池过充电。二极管VD1提供电池放电的通路（放电电流和充电电流方向相反）。在点灯的时候，单片机3脚输出高电平，三极管VT1导通使高亮度发光二极管点亮。当电池电压偏低时，单片机3脚输出低电平，VT1截止，发光二极管熄灭，防止电池过放电。R7、R8组成太阳能电池电压取样电路，此电压送单片机AN1端作A/D转换后判断环境照度用，天黑以后太阳能电池的电压下降，当取样电压小于设定的值时单片机3脚输出高电平，点亮发光二极管。天亮时过程正好相反，发光二极管熄灭。同时单片机记录下从天黑到天亮的时间，第二天以此时间为基准根据事先的约定计算出半夜熄灯和第二天提前开灯的时间。因为一年四季黑夜的长度是不同的，单片机具有智能学习的功能，因相邻两天黑夜的长度很接近，可用第一天测量的黑夜的长度作第二天黑夜的长度来使用，这就解决了黑夜长度不固定的难题，这是传统电路不能完成的。

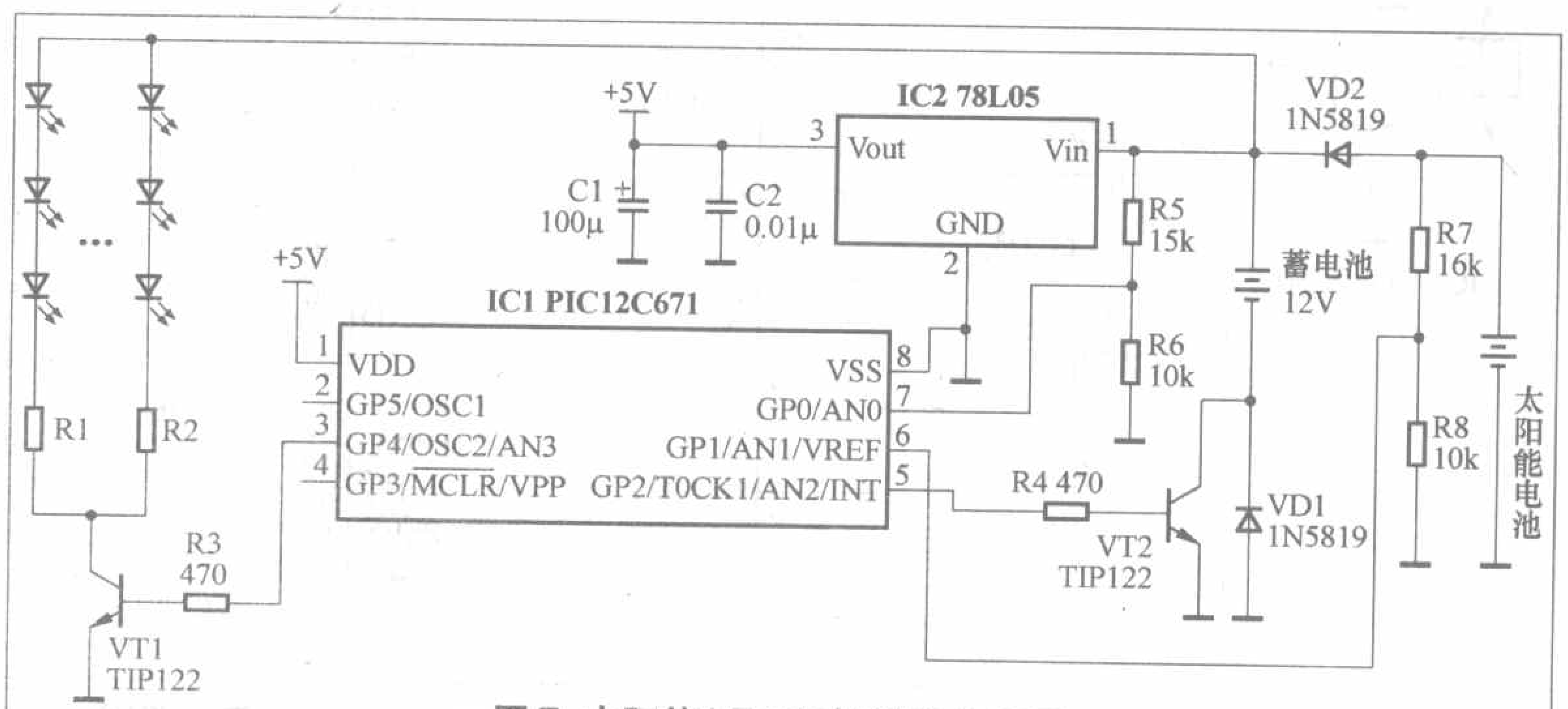


图7 太阳能LED灯控制器电路图

★身高体重测量器

设计要求＞＞＞

设计一个身高体重测量器，由底板、固定标杆、活动标杆、水平活动压板和传动系统等组成。底板内有一个重力传感器用来称体重。测身高时使用步进电机带动活动标杆，使水平活动压板向下移，水平活动压板上有一微动轻触开关，当活动压板和头部顶端接触后，微动开关动作，使步进停止工作，根据步进电机的行程即可计算出身高。要求测量数据用LCD液晶显示屏显示，显示内容为：体重、身高和体重指数，同时数据通过USB接口传输给计算机自动记录，这样做适合于做批量体检。

主要技术参数：

1．测量范围：身高：100cm～200cm，体重：20kg～120kg

2．分度：身高：0.1cm，体重：0.1kg

要完成这些功能必须使用单片机系统，下面分析一下对单片机的要求：

1．因为要和计算机用USB接口通信，所以单片机必需有USB串行口；

2．显示部分用LCD12864（驱动模块ST7920)液晶屏，ST7920有串口和并口两种通信方式，由于测量结果要给被测试者观看，LCD显示屏可能和系统主板距离比较远，因此ST7920最好采用串口和单片机通信，所选用的单片机必需有UART串口；

3．采用的重力传感器输出信号是跟体重成正比的模拟电压，必须经过A/D转换才能输出测量结果，因此如果不使用外加的A/D转换器，单片机必需带有A/D转换器；

4．系统所占据的I/O口并不多，所用单片机的引脚不需要超过28脚。

通过查找相关资料，可选择PIC16C745单片机，它的引脚配置见图8。

PIC16C745的主要特性：

· 高性能的RISC CPU

· 仅有35条单字节指令

· 程序存储器 8M

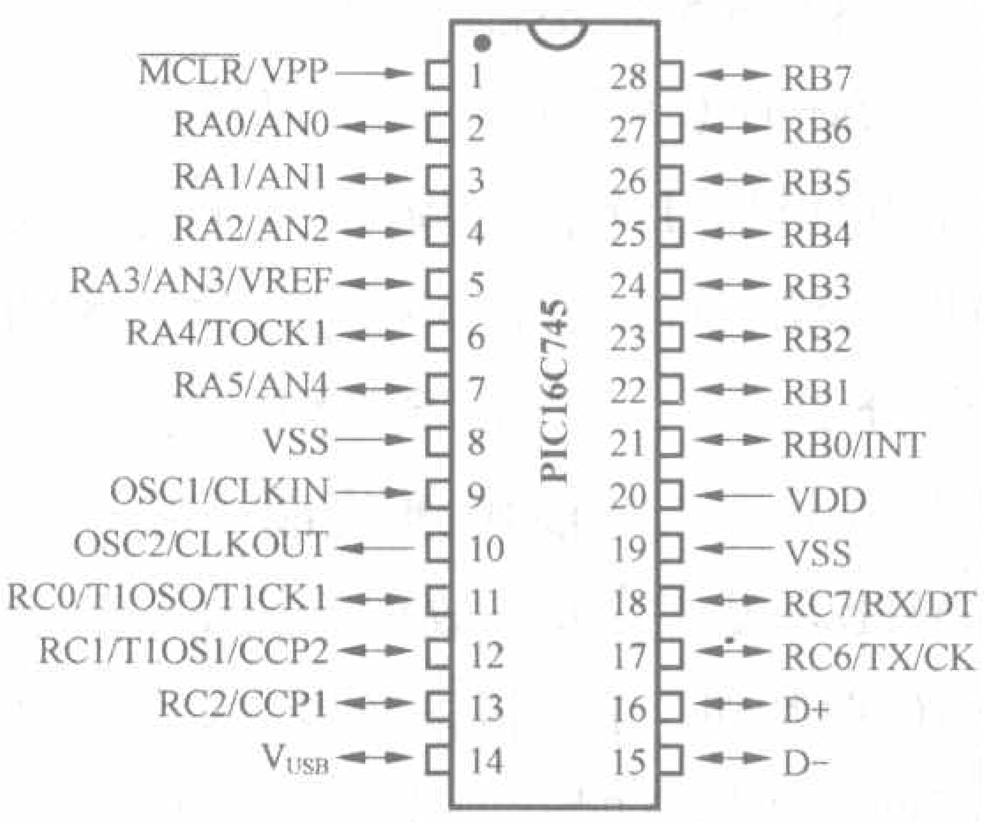


图8 PIC16C745引脚配置图

· 数据存储器 256

· 上电复位电路（POR）

· 22个I/O口

· 串行口：USB(USB 1.1)，USART，SCI

· 3个定时／计数器

· 有独立RC振荡器的看门狗定时器(WDT)

· 2路捕获器、比较器和 PWM模块

· 5路10位A/D转换器

· 12个片内／片外中断源

· 低功耗睡眠方式

· 振荡器方式可选择

· 时钟频率：24MHz（由外部6MHz晶振倍频获得）

· 在线串行编程(ICSP)

· 工作电压范围：4.35V～5.25V

· 高吸入／拉出电流 25mA

· 低功耗：在5V，24MHz时小于16mA

· 在睡眠方式下的典型值小于100 μ A

身高体重测量器控制系统的电路见图9。

电路由体重检测、身高检测、LCD12864液晶显示和USB通信等部分组成。

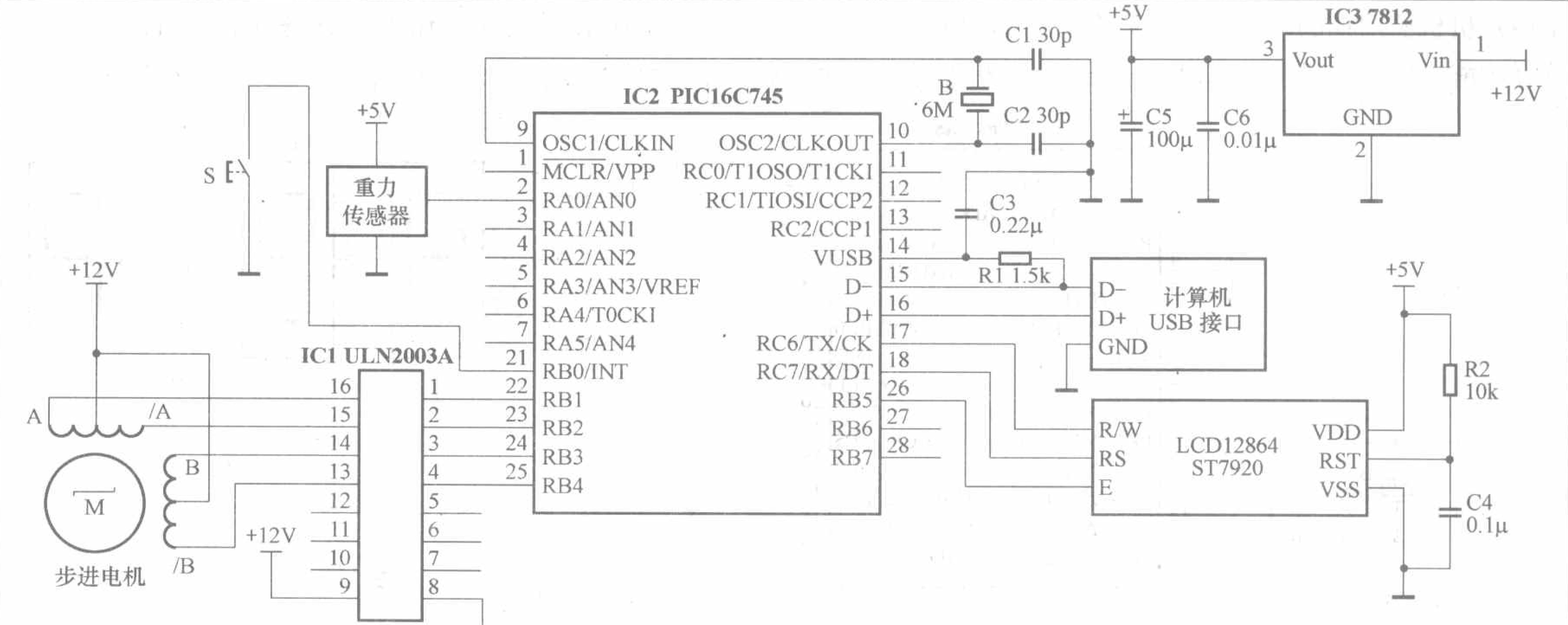


图9 身高体重测量器控制系统电路图

体重检测主要由重力传感器等部分组成，人站上踏板稳定后，重力传感器输出的与体重成正比的模拟电压信号输入到单片机的AN0端由单片机进行A/D转换，经计算即可得到体重读数。

身高检测主要由步进电机及驱动集成电路ULN2003A、轻触开关S等部分组成，人站上踏板单片机检测到重力信号后步进电机即带动活动标杆向下移动，当水平活动压板碰到头部后，轻触开关S闭合，触发单片机的外部中断INT，中断服务子程序根据驱动步进电机的脉冲数即可计算出人的身高。

LCD12864液晶显示屏用来显示测量结果，它的驱动模块ST7920采用串口的方式和单片机进行通信，ST7920是中文图形控制芯片，具有汉字和ASCII字符库。为了适应多种微处理器和单片机接口的需要，该模块还提供了4位并行、8位并行、2线串行、3线串行等多种接口方式，这里使用了3线串行的接口方式。

单片机用USB接口和计算机进行通信，将测试数据自动传输给计算机保存。

★数字频率计

设计要求>>>

用单片机设计一个频率计，频率测量范围为1Hz～5MHz，使用7位数码管显示测量结果，如果在输入端加上高频分频器还可以扩展量程。

从设计要求看对单片机有以下要求：

1. 7个数码管采用动态扫描显示的方式要占用14个I/O口，待测量的脉冲信号输入要用1个I/O口，这样至少要用到15个I/O口，因此可以选用DIP28引脚的单片机；

2. 采用计数法测量频率，为了简化软件设计，用单片机的定时/计数器对输入脉冲进行计数。为了确保对输入的脉冲信号的正确采样，要保持脉冲信号的宽度至少为单片机的一个机器周期。也就是说如果输入的脉冲信号为方波，则脉冲信号的周期必须是单片机机器周期的两倍以上，只有这样才能正确地测量出频率值。

下面重点分析一下第二个条件。

我们知道单片机的机器周期是由时钟周期分频得到的，因此是时钟周期的若干倍。对于典型的51系列单片机，1个机器周期=12个时钟周期，也就是说能测量的最高频率为时钟频率的二十四分之一。以AT89S51为例，其最高时钟频率为33MHz，因此能测量的最高频率为1.375MHz，显然用AT89S51不能解决问题。再看Winbond（华邦）公司的W77系列的51单片机，1个机器周期=4个时钟周期，能测量的最高频率为时钟频率的八分之一，其最高时钟频率为40MHz，故能测量的最高频率为5MHz，没有余量，故也不合适。对于PIC单片机，1个机器周期=4个时钟周期，其最高时钟频率为33MHz，显然也不能满足要求。最后再来看一下AVR单片机，由于AVR单片机取消了机器周期，也可以说1个机器周期=1个时钟周期，使计数器的速度得到了很大的提高，能测量的最高频率为时钟频率的二分之一，以ATmega8为例，它的最高时钟频率为16MHz，因此能测量的最高频率为8MHz，满足要求。

通过以上分析，可以使用ATmega8。

数字频率计的电路见图10。

图10中计数用了ATmega8的T/C1，当输入的脉冲信号为方波时最高测量频率为8MHz。一般地，最高测量频率=16MHz×脉冲信号占空比。

PB口没有使用，主要是因为它的有些引脚是SPI串口的引脚，留着ISP编程时使用。

数码显示部分采用动态扫描，使用共阳数码管。由于ATmega8的I/O口作输出口用时是推挽输出，因此位驱动可以直接接到I/O口，省掉了驱动三极管，使电路变得很简洁。

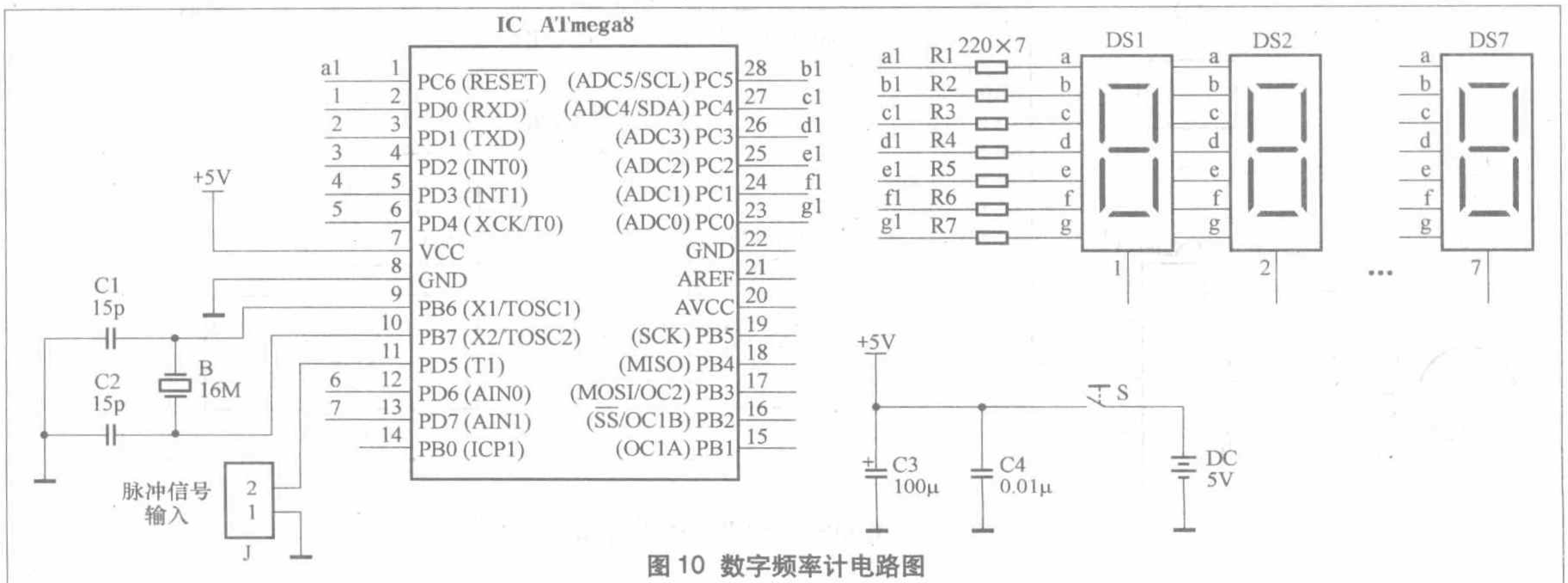


图10 数字频率计电路图

单片机的分类与选型

文/吴汉清

单片机的分类方式很多，下面从程序存储器的类型、应用范围、系统架构三个方面进行分类，本文只讨论8位机。

一、按程序存储器的类型分类

1. 无片内程序存储器

这类单片机无片内程序存储器，必需在外部接存储器，如Intel公司的8031。

2. MASK(掩模)ROM

由器件生产厂家在设计集成电路时将程序一次性固化，价格便宜，适合程序固定不变和大批量生产的应用场合。

3. OTP(一次性可编程)ROM

可一次性将程序写入单片机，无法更改，其成本较低。适合要求有一定灵活性且低成本的应用场合，尤其适合功能不断翻新、需要迅速量产的电子产品。

4. 紫外线可擦除 EPROM

单片机表面有一透明窗口，在一定量的紫外线照射后，能将存储器内所有信息清除，用户可以方便地将程序写入，出错后可以用紫外线擦除后修改，适用于小批量生产。

5. Flash ROM

Flash ROM也即闪速存储器，简称闪存，此Flash非那个动画的Flash，它是一种可快速写入和擦除的电可擦写型存储器，那么它和普通的电可擦写型存储器EEPROM有什么区别呢？EEPROM的电擦除是通过加一定的电压来实现内容擦除的，它的缺点是单位存储单元的尺寸大。20世纪80年代发明了Flash ROM，用Flash这一名称是源于该存储器只需单步操作即能擦除其中的所有内容，这种存储器只能进行整片或一个区域的删除而不能进行单字节删除，由此也减小了单元尺寸，方便大面积集成，因此在单片机上得到了很好的应用。

使用闪存的单片机的程序可以反复擦写，灵活性很强，但价格较高，适合对价格不敏感的应用场合或做开发用途。

二、按应用范围分类

1. 通用型/专用型

这是按单片机适用范围来区分的。例如，80C51是通用型单片机，它不是为某种专用用途设计的；专用型单片机是针对一类产品甚至某一个产品设计生产的，例如为了满足电子体温计的要求，在片内集成ADC接口等功能的温度测量控制电路，数码相机中的单片机电路等。

2. 控制型/家电型

这是按照单片机大致应用的领域进行区分的。一般而言，工控型寻址范围大，运算能力强；用于家电的单片机多为专用型，通常是小封装、低价格，外围器件和外设接口集成度高。

当然，上述分类并不是唯一的和严格的。例如，80C51类单片机既是通用型也可以作工控用。

三、按系统架构分类

这种分类方法按单片机的架构来分类，下面通过这种分类方式来介绍一些公司的主流产品。

1. MCS-51系列单片机

尽管单片机的种类繁多，但使用最为广泛的应属MCS-51系列。这一系列的单片机都使用了Intel公司的内核技术，它们是MCS-51的兼容机，软件兼容、开发工具兼容、引脚也兼容。它们都支持同一编程环境Keil μVision3。因此把他们归为同一类型。下面分别介绍各公司相应的一些主流产品。

★ Intel公司8051系列单片机

Intel公司是MCS-51系列单片机的创始者，在单片机产品方面有着十分重要的地位，为MCS-51系列单片机的发展做出了卓越的贡献。MCS-51系列单片机硬件结构合理，指令系统规范，加之生产历史悠久，有先入为主的优势。世界有许多著名的芯片公司都购买了51芯片的核心专利技术，并在其基础上进行性能上的扩充，使得芯片得到进一步的完善，形成了一个庞大的体系。MCS-51内核实际上已经成为一个8位单片机的标准。

51系列优点之一是它从内部的硬件到软件有一套完整的按位操作系统，称作位处理器，或布尔处理器。它的处理对象不是字或字节，而是位。它不光能对片内某些特殊功能寄存器的某位进行处理，如传送、置位、清零、测试等，还能进行位的逻辑运算，其功能十分完备，使用起来得心应手。虽然其他种类的单片机也具有位处理功

能，但能进行位逻辑运算的实属少见。

MCS–51系列单片机均具有如下特点：

· 专为控制应用所设计的8位CPU

· 具有布尔代数的运算能力

· 32条双向且可被独立寻址的I/O口

· 芯片内有128B可供储存数据的RAM

· 芯片内有4KB的程序存储器(ROM)

· 有5个中断源，且具有两级(高/低)优先权顺序的中断结构

· 芯片内有时钟振荡器电路

· 全双工的串行端口

· 两组16位定时器/定时器

· 程序存储器可扩展至64KB(ROM)

· 数据存储器可扩展至64KB(RAM)

一些典型的MCS–51系列单片机分类表见表1。

MCS–51系列又分为51和52两个子系列，并以芯片型号的最末位数字作为标志。其中，51子系列是基本型，而52子系列则属增强型。

MCS–51系列单片机采用两种半导体工艺生产。一种是HMOS工艺，即高速度、高密度、短沟道MOS工艺。另外一种是CHMOS工艺，即互补金属氧化物的HMOS工艺。表1中，芯片型号中带有字母“C”的，为CHMOS芯片，如上面的80C51、87C51。其余均为一般的HMOS芯片。

MCS–51单片机片内程序存储器常见的有三种配置形式，即无ROM、掩膜ROM和EPROM。这三种配置形式对应三种不同的单片机芯片，它们各有特点。

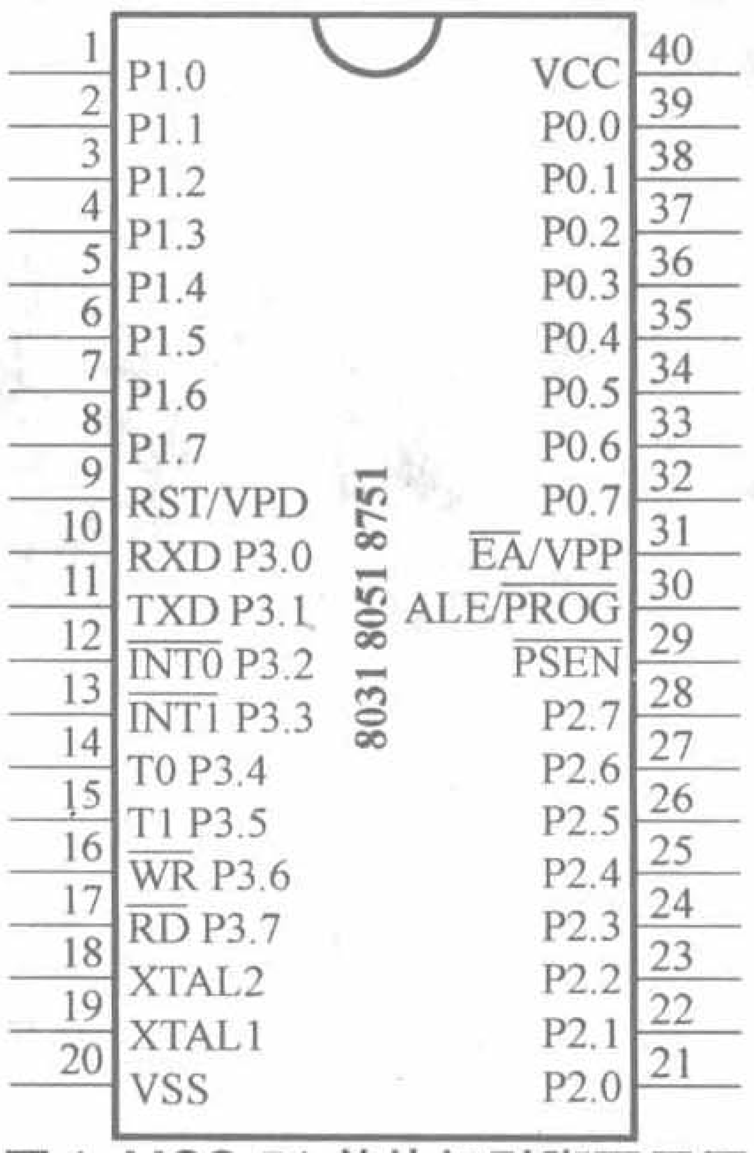


图1 MCS-51单片机引脚配置图

MCS–51是标准的40引脚双列直插式集成电路芯片，引脚配置图见图1。

信号引脚介绍：

P0.0～P0.7：P0口8位双向口线。

P1.0～P1.7：P1口8位双向口线。

P2.0～P2.7：P2口8位双向口线。

P3.0～P3.7：P3口8位双向口线。

ALE：地址锁存控制信号。在系统扩展时，ALE用于控制把P0口输出的低8位地址锁存起来，以实现低位地址和数据的隔离。此外，由于ALE是以晶振1/6的固定频率输出的正脉冲，因此，可作为外部时钟或外部定时脉冲使用。

$\overline{PSEN}$：外部程序存储器读选通信号。在读外部ROM时，有效(低电平)，以实现外部ROM单元的读操作。

$\overline{EA}$：访问程序存储控制信号。当信号为低电平时，对ROM的读操作限定在外部程序存储器；当信号为高电平时，对ROM的读操作是从内部程序存储器开始，并可延至外部程序存储器。

RST：复位信号。当输入的复位信号延续两个机器周期以上的高电平时即为有效，用以完成单片机的复位初始化操作。

XTAL1和XTAL2：外接晶体引线端。当使用芯片内部时钟时，此二引线端用于外接石英晶体和微调电容；当使用外部时钟时，用于接外部时钟脉冲信号。

VSS：地线。

VCC：+5 V电源。

P3具有第二功能，见表2

表2 P3口第二功能

引脚	第二功能	信号名称
P3.0	RXD	串行数据接收
P3.1	TXD	串行数据发送
P3.2	$\overline{INT0}$	外部中断0申请
P3.3	$\overline{INT1}$	外部中断1申请
P3.4	T0	定时/计数器0的外部输入
P3.5	T1	定时/计数器1的外部输入
P3.6	$\overline{WR}$	外部RAM写选通
P3.7	$\overline{RD}$	外部RAM读选通

在对Intel公司的MCS–51系列单片机进行选型时应注意两点：

(1)每个单片机产品子系列，根据内部程序存储器提供方式的不同，型号基本上有三种。例如在8051子系列中，有三种主要的芯片：8031、8051、8751，分别对应内部不提供程序存储器、提供4KB掩膜ROM和4KB EPROM的同一芯片的三种版本。

(2) MCS–51系列单片机有两种制造工艺，HMOS工艺和CHMOS工艺。由此可以分为分别对应的两个子系列：8051和80C51子系列。虽然两种芯片在功能上完全兼容，但采用CHMOS工艺的80C51子系列属于CMOS器件，与HMOS器件相比，它的工作电流要小得多，因此使单片机的功耗降得很低，而且还增加了待机工作模式和掉电工作模式。

★ Atmel公司AT89系列单片机

美国Atmel公司是国际上著名的半导体公司，该公司的技术优势在于Flash

表1 MCS-51系列单片机分类表

子系列	片内ROM形式			片内ROM容量(KB)	片内RAM容量(B)	寻址范围(KB)	I/O特性			中断源
	无	ROM	EPROM				计数器	并行口	串行口	
51子系列	8031	8051	8751	4	128	64	2×16	4×8	1	5
	80C31	80C51	87C51	4	128	64	2×16	4×8	1	5
52子系列	8032	8052	8752	8	256	2×64	3×16	4×8	1	6
	80C32	80C52	87C52	8	256	2×64	3×16	4×8	1	6

FEATURE

存储器技术。随着业务的发展，在20世纪90年代初，ATMEL公司一跃成为全球最大的EEPROM供应商。1994年，为了介入单片机市场，Atmel公司以EEPROM技术和Intel公司的80C31单片机核心技术进行交换，从而取得了80C31核的使用权。ATMEL公司把自身的先进Flash存储器技术和80C31核相结合，推出了Flash AT89系列单片机。这是一种内部含Flash存储器的特殊单片机。由于它内部含有大容量的Flash存储器，所以，在产品开发及生产便携式商品、手提式仪器等方面有着十分广泛的应用，也是目前取代传统的MCS-51系列单片机的主流单片机之一。

AT89系列单片机对于一般用户来说，有下列明显的优点：

（1）内部含有Flash存储器，在系统开发过程中很容易修改程序，可以大大缩短了系统的开发时间。

（2）与MCS-51系列单片机引脚兼容，可以直接进行代换。

（3）AT89系列并不对80C31的简单继承，功能进一步增强。

在我国这种单片机受到广泛青睐，很多以前使用80C51、80C52的用户都转而使用AT89系列。对于有丰富编程经验的用户而言，不需要仿真器，可以直接将程序烧入芯片，放在目标板上加电直接运行，观察运行结果，出现问题时再进行修改，然后重新烧写程序，再进行试验，直至成功。

AT89系列包括两大类：第一类是常规的，就是AT89C系列，这类单片机要用常规的并行方法编程，必需使用编程器编程；第二类是在系统可编程（即芯片安装到电路板上之后不用拿下来而直接往里面烧写程序）ISP Flash系列，也就是AT89S系列，这类单片机除了用常规的并行方法编程外，还可以在系统用下载线进行编程，省去价格较贵的编程器，而且可以在目标板上直接修改程序。

常用的AT89系列单片机选型表见表3。

表中WDT是Watchdog Timer的缩写，即看门狗定时器，俗称看门狗。由于单片机的工作常常会受到来自外界电磁场的干扰，造成程序的跑飞，而陷入死循环，程序的正常运行被打断，由单片机控制的系统无法继续工作，看门狗的功能就是每当发生这些情况时，产生复位信号给单片机，使程序重新回到起点。避免整个系统陷入停滞状态，发生不可预料的后果。

由于AT89C51、AT89C52已经停产，因此AT89系列单片机目前使用最多的型号是AT89C2051、AT89S51、AT89S52等。

由于AT89S系列的单片机支持ISP编程，因此AT89S51、AT89S52等可以用下载线烧写程序，下载线接在计算机的并口上，另一端接在目标板上，MOSI、MISO、SCK、RST分别和单片机的P1.5、P1.6、9脚连接，电源和地也分别连接。打开目标板的电源，再在计算机上运行一个上位机软件Easy 51Pro v2.0，打出编译好的目标文件就可以把程序烧写到单片机上了。下载线的电路图和实物分别见图2和图3。

★ Philips 80C51系列单片机

PHILIPS sense and simplicity

Philips公司生产的单片机都属于MCS-51系列的兼容单片机，从内核结构上可划分为两类：16位的XA系列和80C51兼容系列。其中以80C51

表3 常用的AT89系列单片机选型表

型号	Flash(KB)	EEPROM(KB)	RAM(B)	定时器	串行口	I/O口线	最高速度	供电电压(V)	封装	其他功能
标准型										
AT89C51	4	–	128	2	1	32	33MHz @5V	4.0~6.0	PDIP40、PLCC44、TQFP44	–
AT89C52	8	–	256	3	1	32	33MHz @5V	4.0~6.0	PDIP40、PLCC44、TQFP44	–
AT89C55WD	20	–	256	3	1	32	33MHz @5V	4.0~5.5	PDIP40、PLCC44、TQFP44	WDT
AT89C51RC	32	–	512	3	1	32	33MHz @5V	4.0~5.5	PDIP40、PLCC44、TQFP44	WDT
AT89S51	4	–	128	2	1	32	33MHz @5V	4.0~5.5	PDIP40、PLCC44、TQFP44	WDT、ISP
AT89S52	8	–	256	2	1	32	33MHz @5V	4.0~5.5	PDIP40、PLCC44、TQFP44	WDT、ISP
AT89S53	12	–	256	3	1	32	24MHz @5V	4.0~6.0	PDIP40、PLCC44、TQFP44	WDT、ISP
AT89S8252	8	2	256	3	1	32	24MHz @5V	4.0~6.0	PDIP40、PLCC44、TQFP44	WDT、ISP
低压型										
AT89LV51	4	–	128	2	1	32	16MHz @3V	2.7~6.0	PDIP40、PLCC44、TQFP44	–
AT89LV52	8	–	256	3	1	32	16MHz @3V	2.7~6.0	PDIP40、PLCC44、TQFP44	–
AT89LV55	20	–	256	3	1	32	12MHz @3V	2.7~5.5	PDIP40、PLCC44、TQFP44	–
AT89LV55WD	20	–	256	3	1	32	12MHz @3V	2.7~5.5	PDIP40、PLCC44、TQFP44	WDT、ISP
AT89LV51RC	32	–	512	3	1	32	12MHz @3V	2.7~5.5	PDIP40、PLCC44、TQFP44	WDT、ISP
AT89LS51	4	–	128	2	1	32	16MHz @3V	2.7~5.5	PDIP40、PLCC44、TQFP44	WDT、ISP
AT89LS52	8	–	256	3	1	32	16MHz @3V	2.7~5.5	PDIP40、PLCC44、TQFP44	WDT、ISP
AT89LS53	12	–	256	3	1	32	16MHz @3V	2.7~6.0	PDIP40、PLCC44、TQFP44	WDT、ISP
AT89LS8252	8	2	256	3	1	32	16MHz @3V	2.7~6.0	PDIP40、PLCC44、TQFP44	WDT、ISP
小封装型										
AT89C1051	1	–	64	2	1	15	24MHz @5V 12MHz @3V	2.7~6.0	PDIP20、SOIC20	模拟比较器
AT89C2051	2	–	128	2	1	15	24MHz @5V 12MHz @3V	2.7~6.0	PDIP20、SOIC20	模拟比较器
AT89C4051	4	–	128	2	1	15	24MHz @5V 12MHz @3V	2.7~6.0	PDIP20、SOIC20	模拟比较器

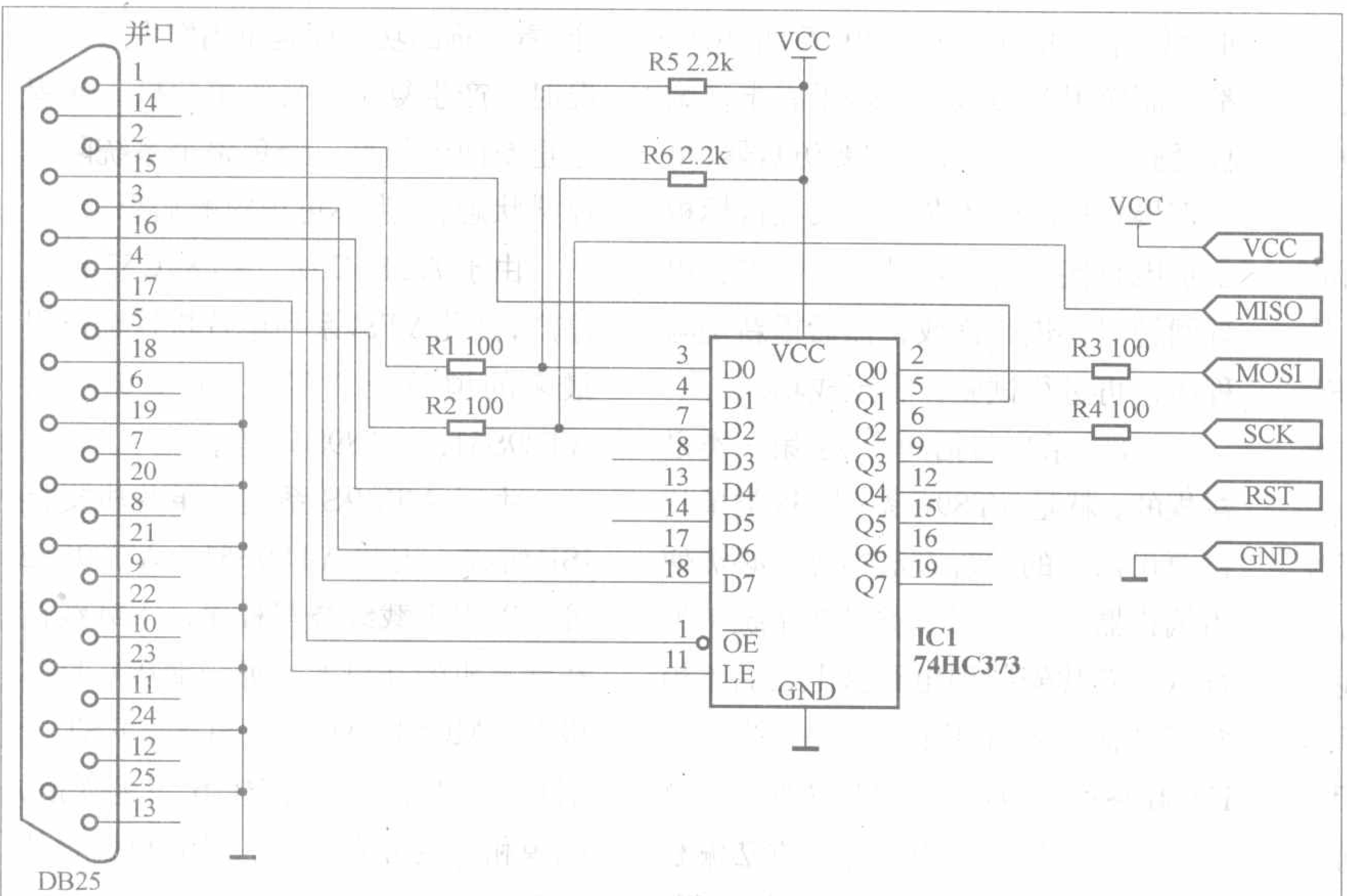


图 2 AT89S 单片机下载线电路图

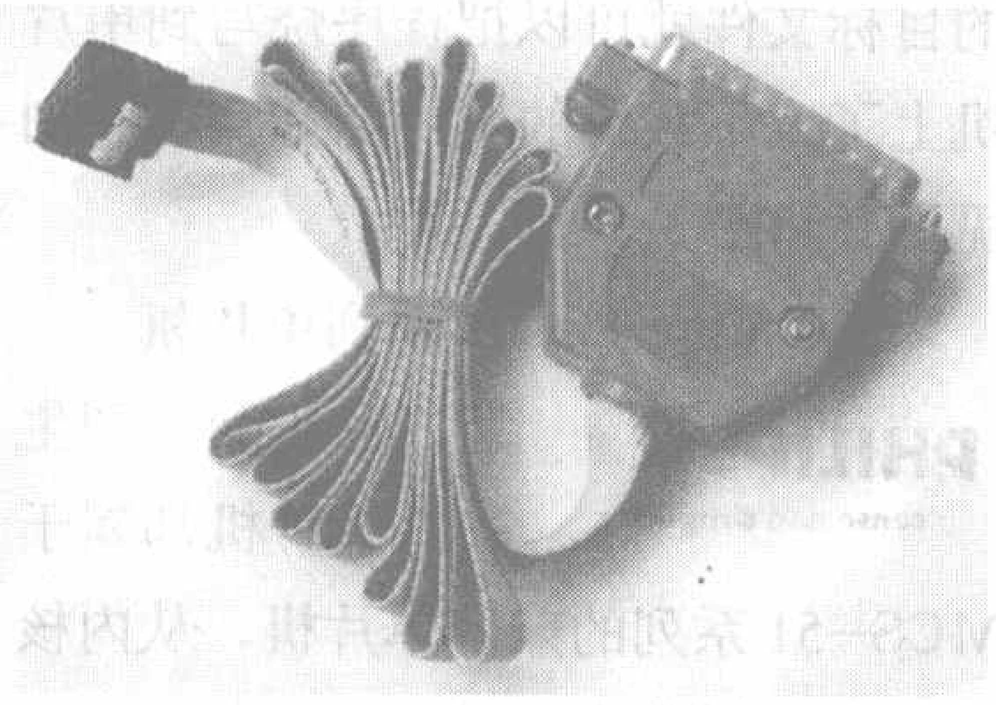


图 3 AT89S 单片机下载线实物图

兼容系列单片机最为著名，下面讨论的就是这一系列的产品。Philips公司开发了众多基于80C51内核架构的派生器件，型号数以百计，可满足不同的应用场合。其中许多产品在存储器、定时/计数器、输入/输出口、中断、串行口等资源上做了不同程度的改进和增强，在有的型号中还新增了诸如I²C接口、A/D转换、PWM输出等新的外设。这样就使用户总能找到适合自己需要的型号。可以说Philips也为MCS−51单片机的经久不衰做出了很大的贡献。

Philips 公司 80C51 兼容系列单片机从内核结构上又可以划分为两大类，即6时钟内核类和 12 时钟内核类。我们知道标准的 MCS−51 单片机的每个机器周期包括 12 个时钟周期，所谓 6 时钟内核是指单片机的每个机器周期包括 6 个时钟周期，所以在相同的时钟频率下，采用 6 时钟内核的单片机运行速度更快。许多采用6时钟内核单片机也可以通过软件设置使其工作在 12 时钟模式，这样就增加了使用的灵活性。

Philips 公司 80C51 兼容系列单片机还有不少与众不同的特点，例如P87C51、P89C51属于增强型的 80C51 系列单片机，而同一类别的 AT89S51、W78E51 等单片机则属于MCS−51系列单片机，尽管两者完全兼容，相比之下 AT89S51、W78E51仅仅只有2 个定时/计数器。

常见的Philips 80C51系列单片机见表4～表8。

Philips公司提供了各种适合应用于各种场合的 80C51 兼容单片机配置，规格比较齐全，可应用在很多电子产品中。选型时可根据你的需要，从

表 4 Philips 通用（掩模）系列单片机选型表

型号	ROM(KB)	RAM(B)	I/O 口线	定时/计数器	中断	工作频率(MHz)	串行通信口	工作电压(V)	封装
P80C31	–	128	32	3	5	33	1	2.7～5.5	PDIP40、PLCC44
P80C32	–	256	32	3	6	33	1	2.7～5.5	PDIP40、PLCC44
P80C51	4	128	32	3	5	33	1	2.7～5.5	PDIP40、PLCC44
P80C52	8	256	32	3	6	33	1	2.7～5.5	PDIP40、PLCC44
P80C54	16	256	32	3	6	33	1	2.7～5.5	PDIP40、PLCC44
P80C58	32	256	32	3	6	33	1	2.7～5.5	PDIP40、PLCC44

表 5 Philips OTP 系列单片机选型表

型号	ROM(KB)	RAM(B)	I/O 口线	定时/计数器	中断	工作频率(MHz)	串行通信口	A/D 转换器	工作电压(V)	封装
P87C51	4	128	32	3	5	33	1	–	2.7～5.5	PDIP40、PLCC44
P87C52	8	256	32	3	6	33	1	–	2.7～5.5	PDIP40、PLCC44
P87C54	16	256	32	3	6	33	1	–	2.7～5.5	PDIP40、PLCC44
P87C58	32	256	32	3	6	33	1	–	2.7～5.5	PDIP40、PLCC44
P87C552	8	256	48	3	15	16	UART、I²C	8 路、10 位	2.7～5.5	PLCC68

表 6 Philips Flash 系列单片机选型表

型号	ROM(KB)	RAM(B)	I/O 口线	ISP/IAP	定时/计数器	中断	工作频率(MHz)	串行通信口	工作电压(V)	封装
P89C51	4	128	32	–	3	6	33	1	2.7～5.5	PDIP40、PLCC44
P89C52	8	256	32	–	3	6	33	1	2.7～5.5	PDIP40、PLCC44
P89C54	16	256	32	–	3	6	33	1	2.7～5.5	PDIP40、PLCC44
P89C58	32	256	32	–	3	6	33	1	2.7～5.5	PDIP40、PLCC44
P89C51RX2	16～64	512	32	✓	4	7	33	UART	2.7～5.5	PDIP40、PLCC44、FQP44

表7 Philips经济型低功耗OTP系列单片机选型表

型号	ROM(KB)	RAM(B)	I/O口线	定时/计数器	中断	工作频率(MHz)	串行通信口	A/D转换器	工作电压(V)	封装
P87LPC759	1	64	9	2	4key+ 1外中断	0~20	–	–	2.7~5.0	PDIP14
P87LPC760	1	128	9	2	4key+ 1外中断	0~20	–	–	2.7~5.0	PDIP16、PSOP16、TSSOP16
P87LPC761	2	128	11	2	4key+ 1外中断	0~20	–	–	2.7~5.0	
P87LPC762	2	128	15	2	4key+ 2外中断	0~20	I²C	–	2.7~5.0	PDIP20、PSOP20、TSSOP20
P87LPC764	4	128	最少15最多18	2	4key+ 2外中断	0~20	I²C	–	2.7~5.0	
P87LPC767	4	128		2	4key+ 2外中断	0~20	I²C	8bit A/D	2.7~5.0	PDIP20、PSOP20
P87LPC768	4	128		2	4key+ 2外中断	0~20	I²C	8bit A/D +PWM	2.7~5.0	
P87LPC769	4	128		2	key+ 2外中断	0~20	I²C	8bit A/D 2chaD/A	2.7~5.0	

表8 Philips低压低功耗Flash系列单片机选型表

型号	ROM(KB)	RAM(B)	I/O口线	ISP/IAP	定时/计数器	中断	工作频率(MHz)	串行通信口	工作电压(V)	封装
P89LPC901	1	128	最少3最多6	–	2	2~3个键盘中断	0~12	–	2.4~3.6	DIP8、SOIC8
P89LPC902	1	128		–	2		0~12	–	2.4~3.6	DIP8、SOIC8
P89LPC903	1	128		–	2		0~12	✓	2.4~3.6	DIP8、SOIC8
P89LPC906	1	128		–	2		0~12	–	2.4~3.6	DIP8、SOIC8
P89LPC907	1	128		–	2		0~12	✓	2.4~3.6	DIP8、SOIC8
P89LPC908	1	128		–	2		0~12	✓	2.4~3.6	DIP8、SOIC8
P89LPC912	1	128	最少9最多12	✓	2	4个键盘中断，4个中断优先级	0~12	✓	2.4~3.6	DIP14、SOIC14
P89LPC913	1	128		✓	2		0~12	✓	2.4~3.6	DIP14、SOIC14
P89LPC914	1	128		✓	2		0~12	✓	2.4~3.6	DIP14、SOIC14
P89LPC920	2	256	最少15最多18	✓	2	8个键盘中断+2个外中断	0~12	✓	2.4~3.6	DIP20、TSSOP20
P89LPC921	4	256		✓	2		0~12	✓	2.4~3.6	DIP20、TSSOP20
P89LPC922	8	256		✓	2		0~12	✓	2.4~3.6	DIP20、TSSOP20
P89LPC930	4	256	最少23最多26	✓	2		0~12	✓	2.4~3.6	DIP28、TSSOP28
P89LPC931	8	256		✓	2		0~12	✓	2.4~3.6	DIP28、TSSOP28
P89LPC932	8	256		✓	2		0~12	✓	2.4~3.6	DIP28、TSSOP28

表9 Winbond标准系列单片机选型表

型号	ROM(KB)	RAM(B)	I/O口线	外扩存储器(B)	工作速度(MHz)	定时/计数器	中断源	其他功能	封装
W78C32	ROMless	256	32	64K	40	3	6	同80C32	PDIP40 PLCC44 PQFP44
W78E51B	4 Flash ROM	128	32	64K	40	2	5/7	可多次编程INT2、INT3、WDT	
W78E52B	8 Flash ROM	256	32	64K	40	3	6/8		
W78E54B	16 Flash ROM	256	32/36	64K	40	3	6/8		
W78E58B	32 Flash ROM	256	32/36	64K	40	3	6/8	INT2、INT3、WDT、ISP	
W78E516	64 Flash ROM	512	32/36	64K	40	3	6/8		
W78E858	32 Flash ROM	768	32/36	64K	40	3	6/8	INT2、INT3、WDT，ISP 4路PWM128B EEPROM	
W78C51D	4 Mask	128	32	64K	40	2	5	同80C51	
W78C52D	8 Mask	256	32	64K	40	3	5	同80C52	
W78C54	16 Mask	256	32/36	64K	40	3	6/8	INT2、INT3、WDT	
W78C801	4 Mask	256	36	64K	40	2	12	掉电模式 中断唤醒 WDT	
W78C58	32 Mask	36	40	64K	40	3	6/8	INT2、INT3、WDT	
W78C438C	ROMless	256	40	1M	40	3	8	外扩1MB RAM INT2、INT3	PLCC84、PQFP100

存储器、运行速度、定时/计数器、串行口、供电电压、模拟量处理等不同角度进行选择。

★ Winbond单片机

台湾Winbond（华邦）公司是一家在国际上有较高声誉的半导体公司，其生产的MCS-51系列兼容单片机独具特色。

原MCS-51系列单片机虽然历史悠久，应用也非常广泛，但也有许多值得改进之处，如运行速度过慢等。当晶振频率为12MHz时，机器周期达1μs，显然适应不了高速运行的需要。Winbond公司在提高MCS-51系列单片机运行速度上做出了贡献。其生产的产品型号为W77和W78系列8位单片机，W77、W78系列的脚位和指令集与8051兼容，其中W78系列与AT89C系列完全兼容。W77系列为增强型，对原有的8051的时序作了改进，每个机器周期从12个时钟周期改为4个时钟周期，使速度提高了三倍，同时，晶振频率最高可达40MHz。W77系列还增加了看门狗WatchDog、两组UART、两组DPTR数据指针、ISP等多种功能。

Winbond公司8位单片机可分为4个系列：

（1）标准系列，这是Winbond公司生产的与MCS-51第一代产品，型号中以W78为前缀。它们中有的型号与MCS-51完全兼容，有的型号则新增了不同的资源。标准系列单片机选型表见表9。

（2）宽电压范围系列，这个系列在其型号中以字母“L”标记，这一系列的特点是有较宽的供电电压范围。这个系列中对片内集成Flash存储器的型号而言，典型的供电电压范围是2.4V~5.5V，其它型号则为1.8V~5.5V。供电电压降低，芯片的功耗也随着降低，但芯片的速度也会相应下降。这个系列单片机选型表见表10。

（3）Turbo51系列，也就是增强型的MCS-51系列单片机，这个系列的型号以W77为前缀，该系列的最大的改进是每个机器周期只有4个时钟

表 10 Winbond 宽电压范围系列单片机选型表

型号	ROM(KB)	RAM(B)	I/O 口线	外扩存储器(KB)	工作电压(V)	定时/计数器	中断源	其他功能	封装
W78L32	ROMless	256	32	64	1.8~5.5	3	6	同 80C32	PDIP40 PLCC44 PQFP44
W78L51	4 Mask	128	32/36	64	1.8~5.5	2	7	INT2、INT3、WDT	
W78L52	8 Mask	256	32/36	64	1.8~5.5	3	8		
W78L54	16 Mask	256	32/36	64	1.8~5.5	3	8		
W78L801	4 Mask	256	36	64	1.8~5.5	2	12	掉电模式、中断唤醒	
W78LE51	4 Flash ROM	128	32/36	64	2.4~5.5	2	7	INT2、INT3、WDT	
W78LE52	8 Flash ROM	256	32/36	64	2.4~5.5	3	8	INT2、INT3、WDT	
W78LE54	16 Flash ROM	256	32/36	64	2.4~5.5	3	8	INT2、INT3、WDT	
W78LE58	32 Flash ROM	256	32/36	64	2.4~5.5	3	8	ISP、INT2、INT3	
W78LE516	64 Flash ROM	512	32/36	64	2.4~5.5	3	8	ISP、INT2、INT3	
W78LE812	8 Flash ROM	256	36	64	2.4~5.5	3	14	掉电模式、中断唤醒、WDT、UART	

表 11 Winbond Turbo51 系列单片机选型表

型号	ROM(KB)	RAM(B)	I/O 口线	外扩存储器(KB)	工作速度(MHz)	定时/计数器	中断源	其他功能	封装
W77C32	ROMless	1K+256	36	64	40	3	12	双 UART、双 DPTR、WDT、1KB SRAM	PDIP40 PLCC44 PQFP44
W77L32	ROMless	1K+256	36	64	25	3	12	双 UART、双 DPTR、WDT、1KB SRAM、Vcc=2.7V~5.5V	
W77E58	32 Flash ROM	1K+256	36	64	40	3	12	双 UART、双 DPTR、WDT、1KBSRAM	
W77LE58	32 Flash ROM	1K+256	36	64	25	3	12	双 UART、双 DPTR、WDT、1KBSRAM、Vcc=2.7V~5.5V	

表 12 Winbond 工业温度级系列单片机选型表

型号	ROM(KB)	RAM(B)	I/O 口线	外扩存储器(B)	工作电压(V)	定时/计数器	中断源	其他功能	封装
W78IE52	8 Flash ROM	256	32/36	64	2.4~5.5	3	6/8	INT2、INT3、WDT	PDIP40 PLCC44 PQFP44
W78IE54	16 Flash ROM	256	32/36	64	2.4~5.5	3	8		
W77IC32	ROMless	1K+256	32	64	2.7~5.5	3	6	双 UART、双 DPTR、WDT	
W77IE58	32 Flash ROM	1K+256	32/36	64	2.7~5.5	3	13		

周期，在相同的时钟频率下，其速度提升约平均2.5倍。这个系列单片机选型表见表11。

(4) 工业温度级系列，这个系列的单片机适用于工业温度范围，即 −40℃ ~ +85℃，在型号中以字母“I”标记。这个系列的单片机的内核结构有两种：一种是标准系列，另一种是Turbo51系列。这个系列的单片机供电电压范围也很宽，以适应环境恶劣的工业应用场合。工业温度级系列单片机选型表见表12。

★ STC 单片机

STC 公司推出的高性价比的STC89系列单片机，增加了大量的新功能，提高了51单片机的性能。

STC89系列单片机是MCS−51系列单片机的派生产品。它们在指令系统、硬件结构和片内资源上与标准8052单片机完全兼容，DIP40封装系列与8051的引脚兼容。STC89系列单片机高速(最高时钟频率90MHz)，低功耗，在系统/在应用可编程(ISP/IAP),不占用户资源。

STC89系列单片机主要特性：

· 80C51核心处理器单元；

· 3V/5V 工作电压，工作频率0~33MHz/0~40MHz

· 大容量内部数据RAM：1KB RAM

· 64/32/16/8KB 片内Flash程序存储器，具有在应用可编程(IAP)，在系统可编程(ISP)，可实现远程软件升级，无需编程器

· 支持12时钟(默认)或6时钟模式

· 双DPTR数据指针；

· SPI(串行外围接口)和增强型串口UART

· PCA(可编程计数器阵列)，具有PWM的捕获/比较功能

· 4个8位I/O口，含3个高电流P1口，可直接驱动LED

· 3个16位定时器/计数器

· 可编程看门狗定时器(WDT)

· 低EMI方式(ALE禁止)

· 兼容TTL和COMS逻辑电平

· 掉电检测和低功耗模式等

STC89系列单片机按芯片型号分别有64/32/16/8KB片内Flash，分为2个Flash存储块：Block0和Block1。2个Flash存储块在物理结构上Block0在前，Block1在后。通过REMAP（地址重置）功能可以将Flash存储块重定位。

STC89系列单片机ISP和一般MCS−51系列的单片机如AT89S系列的ISP有所不同的。ISP主要应用于在线(或远程)升级，通过执行ISP引导码改写用户程序，无需编程器，无需亲临现场。STC89系列单片机在出厂时，片内已经烧录有ISP引导码，占用Block1的程序空间前2KB，并设置为从Block1启动。启动时，首先执行ISP引导码，确认是程序下载，还是正常启动。无论是程序下载还是正常启动，ISP引导码最后总是将REMAP取消，恢复Block0在前8KB的地址空间，进而执行Block0中的用户程序，即用户程序总是放在Block0的00H开始的单元，除非用户自行修改了ISP引导码。

IAP功能就是在应用可编程，利用该功能，就可将本不具有EEPROM的单片机具有相当于EEPROM的功能，而且存储空间远大于EEPROM。IAP不能对自身所在的Block编程，即当程序运行在Block0时，可编程的是Block1；当程序运行在Block1时，可编程的是Block0。根据这个特点，通

过REMAP功能可设置在应用编程的Flash的大小。对STV89C58来说：

(1) 当程序运行于Block0时，可拥有6KB～8KB的Flash ROM(一般使用)；

(2) 当程序运行于Block1时，可拥有近32KB的Flash ROM(需要技巧或更改ISP引导码)。

STC89系列单片机(STC89C51RC/RD+)选型表见表13。

★ SST单片机

SST89系列单片机是美国SST公司推出的高可靠、小扇区结构的Flash单片机，特别是所有产品均带有IAP (在应用可编程) 和ISP (在系统可编程) 功能，不占用用户资源，通过串行口即可在系统仿真和编程，无需专用仿真开发设备，3V～5V工作电压，低价格，在市场竞争中占有较强的优势。

SST89系列的 Flash存储器使用SST专有的专利技术CMOS SuperFlash EEPROM工艺，内部Flash擦写次数达1万次以上，程序保存时间可达到100年。片内的SuperFlash存储器分为两个独立的程序存储块。主SuperFlash存储块0 (Block0) 为64KB/32KB大小，从存储块1 (Block1) 为8KB大小。从存储块的8KB可以映射到64KB/32KB地址空间的最低位位置；也可从被程序计数器隐藏，映射到数据空间，作为一个独立的EEPROM数据存储器。

SST单片机有一个比较好的地方在于它具有SoftICE (Software In Circuit Emulator) 在线仿真功能，只需占用单片机的串口即可实现在Keil下的实时在线仿真功能，同时还可以实现ISP在线编程功能。SST公司为部分SST89系列单片机提供了仿真监控程序，把仿真监控程序固化到单片机内部Flash存储器的Block1中就可能实现仿真功能。因此我们用一只SST89系列单片机的芯片，如SST89C58或SST89E564RD/516RD等，加上串口电平转换电路就可以做成一个51单片机的仿真器。

SST89系列Flash单片机主要功能特性：

· 大容量内部数据RAM，1KB RAM。

· 在应用可编程 (IAP) 和在系统可编程 (ISP)，可实现远程生机，无需编程器。

· 非易失性数据存储 (内部扩展4KB/8KB EEPROM)。

· 双数据指针 (DPTR) 结构，寻址、查表极为便利。

· 9个中断源，4级中断优先级，三个大电流驱动引脚 (可直接驱动LED)。

· 双倍速，6时钟模式，编程时可选择，缺省为12时钟模式。

· 可编程计数器阵列 (PCA，PWM)，5通道。

· 增强通用异步通信总线UART，支持地址自动识别和帧数据错误检测。

· 看门狗定时器 (WDT)。

· 宽工作电压范围2.7V～5.5V，低功耗，12MHz时钟时耗电仅为2.5mA (89V564RD)。

· 掉电检测功能，5V型在电压

表13 STC89系列单片机（STC89C51RC / RD+）选型表

型号	工作频率(Hz)		Flash ROM(KB)	RAM (B)	降低EMI	看门狗	双倍速	P4口	ISP	IAP	EEPROM (KB)	数据指针	串口	中断源	优先级	定时器	A/D
	5V	3V															
STC89C51RC	0～40M	–	4	512	✓	✓	✓	✓	✓	✓	2	2	1	8	4	3	–
STC89C52RC	0～40M	–	8	512	✓	✓	✓	✓	✓	✓	2	2	1	8	4	3	–
STC89C53RC	0～40M	–	15	512	✓	✓	✓	✓	✓	✓	–	2	1	8	4	3	–
STC89C54RD+	0～40M	–	16	1280	✓	✓	✓	✓	✓	✓	16	2	1	8	4	3	–
STC89C55RD+	0～40M	–	20	1280	✓	✓	✓	✓	✓	✓	16	2	1	8	4	3	–
STC89C58RD+	0～40M	–	32	1280	✓	✓	✓	✓	✓	✓	16	2	1	8	4	3	–
STC89C516RD+	0～40M	–	64	1280	✓	✓	✓	✓	✓	✓	–	2	1	8	4	3	–
STC89LE51RC	–	0～33M	4	512	✓	✓	✓	✓	✓	✓	2	2	1	8	4	3	–
STC89LE52RC	–	0～33M	8	512	✓	✓	✓	✓	✓	✓	2	2	1	8	4	3	–
STC89LE53RC	–	0～33M	15	512	✓	✓	✓	✓	✓	✓	–	2	1	8	4	3	–
STC89LE54RD+	–	0～33M	16	1280	✓	✓	✓	✓	✓	✓	16	2	1	8	4	3	–
STC89LE58RD+	–	0～33M	32	1280	✓	✓	✓	✓	✓	✓	16	2	1	8	4	3	–
STC89LE516RD+	–	0～33M	64	1280	✓	✓	✓	✓	✓	✓	–	2	1	6	4	3	–
STC89LE516AD	–	0～33M	64	512	✓	–	✓	✓	✓	–	–	2	1	6	4	3	✓

表14 SST89系列单片机选型表

型号	时钟频(Hz)		Flash ROM (B)	RAM (B)	串口 UART	PCA PWM	中断源	优先级	DRTR	降低 EMI	掉电 检测	WDT	双倍速
	5V	2.7V～3.6V											
SST89C54	0～33M	0～12M	16K+4K	256	1ch	–	6	2	1	–	–	✓	–
SST89C58	0～33M	0～12M	32K+4K	256	1ch	–	6	2	1	–	–	✓	–
SST89E554RC	0～40M	–	32K+8K	1K	1ch+	5ch	8	4	2	✓	✓	✓	✓
SST89E564RD	0～40M	–	64K+8K	1K	1ch+	5ch	8	4	2	✓	✓	✓	✓
SST89E516RD	0～40M	–	64K+8K	1K	1ch+	5ch	10	4	2	✓	✓	✓	✓
SST89V554RC	–	0～33M	32K+8K	1K	1ch+	5ch	8	4	2	✓	✓	✓	✓
SST89V564RD	–	0～33M	64K+8K	1K	1ch+	5ch	8	4	2	✓	✓	✓	✓
SST89V516RD	–	0～33M	64K+8K	1K	1ch+	5ch	10	4	2	✓	✓	✓	✓

表 15 PIC12Cxxx 系列单片机(OTP 程序存储器)选型表

型号	ROM(B)	RAM(B)	EEPROM(B)	AD 转换	工作速度(MHz)	定时 / 计数器	低压型号	封装
PIC12C508	512	25	–	–	4	1+WDT	–	DIP8 JW8 SOIC8
PIC12C508A	512	25	–	–	4	1+WDT	PIC12LC508A	
PIC12C509	1024	41	–	–	4	1+WDT	–	
PIC12C509A	1024	41	–	–	4	1+WDT	PIC12LC509A	
PIC12CE518	512	–	16	–	4	1+WDT	PIC12LCE518	
PIC12CE519	1024	–	16	–	4	1+WDT	PIC12LCE519	
PIC12C671	1024	128	–	4	10	1+WDT	PIC12LC671	
PIC12C672	2048	128	–	4	10	1+WDT	PIC12C672	
PIC12CE673	1024	128	16	4	10	1+WDT	PIC12LCE673	DIP8 JW8
PIC12CE674	2048	128	16	4	10	1+WDT	PIC12LCE673	

表 16 PIC12Cxxx 系列单片机(Flish 程序存储器)选型表

型号	程序存储器	数据存储器		I/O 口线	A/D10 位	比较器	8/16 位定时器	封装
	Flish ROM(B)	SRAM(B)	EEPROM(B)					
PIC12F629	1024	64	128	6	–	1	1/1	DIP8
PIC12F675	1024	64	128	6	4	1	1/1	SOIC8

3.85V～4.15V 即产生复位，3V 型电压低至 2.25V～2.55V 产生复位，默认为低压复位，亦可设置为低压中断。

· 全兼容8051系列单片机。

SST89 系列单片机选型表见表 14。

2. MicroChip 公司 PIC 单片机

PIC 系列单片机是美国微芯公司(Microship)的产品，是当前市场份额增长最快的单片机之一。MicroChip 单片机的主要产品是PIC16系列和PIC17系列8位单片机，PIC 系列单片机以其独特的硬件系统和指令系统的设计、较高的性价比，逐渐被广大工程设计人员采用。

在说明PIC 系列单片机的特点之前，先说一下单片机 CPU 的两种结构：CISC结构（集中指令集）和RISC结构（精简指令集）。采用 CISC 结构（即冯.诺伊曼结构）的单片机数据线和指令线分时复用。它的指令丰富，功能较强，但取指令和取数据不能同时进行，速度受限。采用RISC结构（即哈佛结构）的单片机数据线和指令线分离，即实行双总线，它能使程序存储器的访问和数据存储器的访问并行处理，这种指令流水线结构，在一个周期内完成两部分工作，一是执行指令，二是从程序存储器取出下一条指令，这样总的看来大部分指令只需一个周期，这是它高效率运行的原因之一。另一方面它的指令线一般宽于数据线，即指令的位数可以超过8位，使其指令包含更多的处理信息，执行效率更高，速度亦更快。同时，这种单片机指令多为单字节，程序存储器的空间利用率大大提高，有利于实现超小型化。属于 CISC 结构的单片机有Intel的8051系列、Motorola的M68HC系列、Atmel的AT89系列、Winbond的 W78 系列、Philips 的 80C51 系列等；属于RISC结构的有Microchip的PIC 系列、Zilog 的 Z86 系列、Atmel 的 AVR 系列等。

PIC 系列单片机 CPU 采用 RISC 结构，按等级的不同分别仅有33、35、58 条指令（8051 单片机和 AVR 单片机的指令都超过 100 条），具有运行速度快、低工作电压、低功耗、较大的输入、输出直接驱动能力、价格低、小体积等特点。适用于用量大、档次低、价格敏感的产品。在办公自动化设备、消费电子产品、通信、智能仪器仪表、汽车电子、金融电子、工业控制等不同领域都有广泛的应用。

PIC 系列单片机的I/O 口是双向的，其输出电路为 CMOS互补推挽输出电路。I/O 脚增加了用于设置输入或输出状态的方向寄存器，从而解决了MCS-51系列I/O脚为高电平时同为输入和输出的状态。当方向寄存器置位 1 时为输入状态，对外呈高阻状态；置位0时为输出状态，对外呈低阻状态，有相当的驱动能力，低电平吸入电流达 25mA，高电平输出电流可达20mA。相对于MCS-51系列而言，这是一个很大的优点，它可以直接驱动数码管显示且外围电路简单。它的A/D为10位，能满足精度要求。具有在线调试及编程（ISP）功能。

PIC 单片机还有抗干扰性能好、保密性好的特点。

PIC 8 位单片机产品共有三个系列，即基本级、中级和高级。

（1）基本级系列

该级产品的特点是低价位，如PIC16C5X，适用于各种对成本要求严格的家电产品选用。又如PIC12C5XX是世界上第一个8脚的低价位单片机，因其体积很小，完全可以应用在以前不能使用单片机的家电产品中。

PIC12Cxxx 系列单片机中部分OTP程序存储器的单片机选型表分别见表 15 和表 16。

（2）中级系列

该级产品是PIC 最丰富的品种系列。它是在基本级产品上进行了改进，并保持了很高的兼容性。外部结构也是多种的，有从8引脚到68引脚的各种封装。该级产品性能很高，如内部带有 A/D 变换器、EEPROM 数据存储器、比较器输出、PWM 输出、I^2C和SPI等接口。PIC中级系列产品适用于各种高、中和低档的电子产品的设计中。中级产品中PIC16F873、PIC16F877用得比较多。

表 17 PIC16F87x 系列单片机选型表

型号	工作频率(Hz)	FLASH 程序区 14bit(KB)	FLASH 数据区(B)	RAM (B)	电压 (V)	中断	I/O 口线	定时器	复位锁定	A/D 10位	并行口	串行口	CCP 模块	封装
PIC16F870	0～20M	2	64	128	2.5～5.5	13	22	3	✓	5	–	USART	1	PDIP28、SOIC28、SSOP28
PIC16F871	0～20M	2	64	128	2.5～5.5	13	22	3	✓	8	–	USART	1	PDIP40
PIC16F872	0～20M	2	64	128	2.5～5.5	13	22	3	✓	5	–	MI^{2}C/SPI	1	PDIP28、SOIC28
PIC16F873	0～20M	4	128	192	2.0～5.5	13	22	3	✓	5	–	USART/ I^{2}C/SPI	2	PDIP28、SOIC28
PIC16F874	0～20M	4	128	192	2.0～5.5	14	33	3	✓	8	✓	USART/ I^{2}C/SPI	2	PDIP40、PLCC44、QFP44
PIC16F876	0～20M	8	256	368	2.0～5.5	13	22	3	✓	5	–	USART/ I^{2}C/SPI	2	PDIP28、SOIC28
PIC16F877	0～20M	4	256	368	2.0～5.5	14	33	3	✓	8	✓	USART/ I^{2}C/SPI	2	PDIP40、PLCC44、QFP44

表 18 PIC17C 系列的部分单片机选型表一

型号	工作频率(Hz)	EPROM 16bit(KB)	RAM(B)	中断源	外中断	I/O 口线	CCP	定时器	乘法器(8X8)	串行口	电压范围(V)	封装	复位锁定
PIC17C42A	0～33M	2	232	7	✓	33	2	4	✓	USART/SCI	2.5～6.0	DIP40、TQFP44	✓
PIC17C43	0～33M	4	454	7	✓	33	2	4	✓	USART/SCI	2.5～6.0	MQFP44	✓
PIC17C44	0～33M	8	454	7	✓	33	2	4	✓	USART/SCI	2.5～6.0	PLCC44	✓

表 19 PIC17C 系列的部分单片机选型表二

型号	工作频率(Hz)	EPROM 16bit(KB)	RAM (B)	中断源	I/O 口线	串行口	A/D10 位	乘法器(8X8)	PWM	定时器	电压范围(V)	封装
PIC17C752	0～33M	8	678	18	50	USART/I^{2}C/SPI	12	✓	3	4	3.0～5.5	DIP64、LCC68
PIC17C756 (A)	0～33M	16	902	18	50	USART/I^{2}C/SPI	12	✓	3	4	3.0～5.5	TQFP68
PIC17C762	0～33M	8	678	18	66	USART/I^{2}C/SPI	16	✓	3	4	3.0～5.5	QFP80
PIC17C766	0～33M	16	902	18	66	USART/I^{2}C/SPI	16	✓	3	4	3.0～5.5	PLCC84

这一级别中的PIC16F87x系列单片机选型表见表17。

（3）**高级系列**

该系列产品（如PIC17CXX）的特点是速度快，所以适用于高速数字运算的应用场合中，加之它具备一个指令周期内(160ns)可以完成8×8(位)二进制乘法运算能力，所以可取代某些DSP产品。再有PIC17CXX具有丰富的I/O控制功能，并可外接扩展EPROM和RAM，使它成为目前8位单片机中性能最高的机种之一。所以很适用于高、中档的电子设备中使用。

这一级别中的PIC17C系列的部分单片机选型表见表18、表19。

上述三个系列的PIC 8位单片机还具有很高的代码兼容性，用户很容易将代码从某型号转换到另一个型号中。

Microchip公司在推出颇具特色的PIC系列单片机的同时，也提供了其自主开发有MPLAB-IDE集成开发平台，使用MPLAB-IDE集成开发环境可以对PIC系列单片机进行程序的创建和编辑，以及编译和调试，还能实现程序的模拟运行。安装好MPLAB-IDE集成开发平台后只能使用汇编程序，如果要使用C语言，必须安装支持PIC单片机的C语言的编译器，如Hitech公司的PICC编译器。安装好PICC后只要在MPLAB-IDE集成开发平台内挂接PICC即可实现C语言程序创建、编辑，实现一体化的编译和原代码调试。

有些PIC单片机可以使用下载线烧写程序，上位机的软件是PonyProg2000。为PonyProg2000配套的PIC下载线电路可从网站www.lancos.com下载。下载地址为：www.lancos.com/siprogsch.html，PIC下载线的电路由主板（Base board）和适配器（PIC 12/16 adapter）两部分组成，这是一个使用计算机串口的下载线。

3. Atmel公司AVR单片机

Atmel公司的单片机产品主要有AT89、AVR、ARM三个系列，AT89前面已经讨论过，ARM系列是32位单片机。下面主要讨论AVR系列单片机。

早期的单片机由于工艺及设计水平问题，为了降低功耗、提高抗干扰性能，同时为了满足复杂指令集CISC对单片机时序的要求，采取了较为稳妥的方案：采用较高的分频系数对时钟分频，使得指令周期长，执行速度慢。以后有一些CMOS单片机虽然采用提高时钟频率和减小分频系数等措施，但这种状态并未被彻底改变。此间虽有某些精简指令集RISC单片机问世，但依然沿袭了对时钟分频的做法。

1997年，Atmel公司挪威设计中心的A先生和V先生，出于市场需求考虑，推出了全新配置的精简指令集RISC内置Flash的高速8位单片机，简称为AVR。AVR单片机最大的特色是没有对外部时钟分频，用一个时钟周期执行一条指令。

由于AVR单片机废除了机器周期，采用精简指令集，以字节作为指令长度单位，大多数单周期指令将操作数与操作码安排在一个字节中，取指令周期短，又可预取指令，实现流水作业，因此单片机执行速度快。

AVR单片机的快速存取寄存器由32个通用寄存器组成，这32个寄存器全部直接与运算逻辑单元（ALU）相连，每一个寄存器都可以代替累加器工作。相当于有了32条立交桥，可以快速通行。从而避免了传统的累加器结构造成的累加器和存储器之间的数据传输的瓶颈效应，提高了指令执行速度(1Mips/MHz)，因而提高了系统性能。因此AVR单片机是高性价比的单片机，已广泛地应用于军事、工业、家用电器、智能玩具、便携式智能仪表和机器人制作等领域，使产品功能、精

表20 AVR单片机选型表

型号	Flash (KB)	EEPROM (KB)	SRAM (B)	最大I/O数目	系统时钟 (MHz)	Vcc (V)	8位定时器	16位定时器	PWM	RTC	SPI	UART	TWI	在线编程ISP	10位A/D模拟比较器	BOD	掉电检测乘法	硬件中断	中断	外部SPM	自编程
ATtiny11	1	–	–	6	6	2.7~5.5	1	–	–	–	–	–	–	–	–	✓		–	4	1	–
ATtiny12	1	0.063	–	6	8	1.8~5.5	1	–	–	–	–	–	–	✓	–	✓	✓	–	5	1	–
ATtiny13	1	0.064	64B+32reg	6	20	1.8~5.5	1	–	2	–	–	–	–	✓	4	✓	✓	–	9	6	✓
ATtiny15L	1	0.063	–	6	1.6	2.7~5.5	2	–	1	–	–	–	–	✓	4	✓	✓	–	8	1(+5)	
ATtiny2313	2	0.128	128	18	20	1.8~5.5	1	1	4	–	USI	1	–	✓	–	✓	✓	–	8	2	✓
ATtiny26	2	0.125	128	16	16	4.5~5.5	2	–	2	–	USI	–	–	✓	11	✓	✓	–	11	1	–
ATtiny26L	2	0.125	128	16	8	2.7~5.5	2	–	2	–	USI	–	–	✓	11	✓	✓	–	11	1	–
ATtiny28V	2	–	32	11	4	1.8~5.5	1	–	–	–	–	–	–	–	–	✓	–	–	5	2(+8)	–
ATtiny28L	2	–	32	11	1	2.7~5.5	1	–	–	–	–	–	–	–	–	✓	–	–	5	2(+8)	–
ATmega8	8	0.5	1024	23	16	2.7~5.5	2	1	3	✓	1	1	✓	✓	8	✓	✓	✓	18	2	✓
ATmega8515	8	0.5	512	35	16	2.7~5.5	1	1	3	–	1	1	–	✓	–	–	✓	✓	16	3	✓
ATmega8535	8	0.5	512	32	16	2.7~5.5	2	1	4	–	1	1	✓	✓	8	✓	✓	✓	20	3	✓
ATmega16	16	0.5	1024	32	16	2.7~5.5	2	1	4	✓	1	1	✓	✓	8	✓	✓	✓	20	3	✓
ATmega32	32	1	2048	32	16	2.7~5.5	2	1	4	✓	1	1	✓	✓	8	✓	✓	✓	19	3	✓
ATmega64	64	2	4096	53	16	2.7~5.5	2	2	8	✓	1	2	✓	✓	8	✓	✓	✓	34	8	✓
ATmega128	128	4	4096	53	16	2.7~5.5	2	2	8	✓	1	2	✓	✓	8	✓	✓	✓	34	8	✓

度和质量大幅度提升，且电路简单，故障率低，可靠性高，成本低廉。

AVR单片机与MCS-51等单片机相比具有下列的优点：

(1) 在相同的时钟频率下AVR运行速度最快；

(2) 芯片内置的Flsah、EEPROM、SRAM容量较大；

(3) 所有型号都支持ISP编程；

(4) 多种频率的内部RC振荡器、上电自动复位、看门狗、启动延时等功能，零外围电路也可以工作；

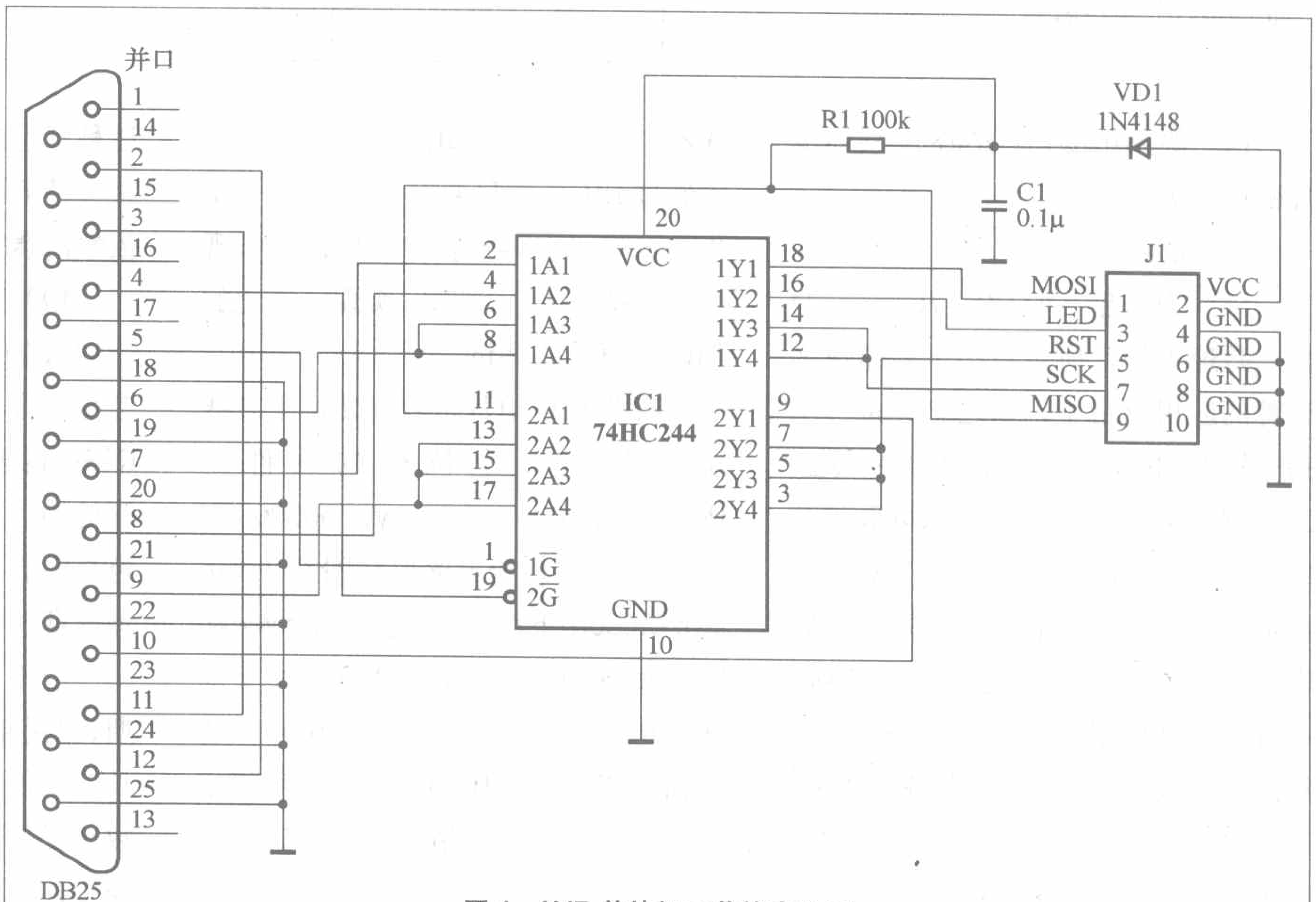


图4 AVR单片机下载线电路图

(5) 每个I/O口都可以设置方向，当输出口使用时以推挽驱动的方式输出高、低电平，驱动能力强，使得I/O口资源灵活、功能强大、可充分利用；

(6) 内部资源丰富，一般都集成有A/D；PWM；SPI、USART、TWI、I²C通信口；丰富的中断源等；

(7) AVR单片机片内具备多种独立的时钟分频器，分别供URAT、I²C、SPI、定时器使用；

(8) 保密性能好，具有不可破解的位加密锁Lock Bit技术，保密位单元深藏于芯片内部，无法用电子显微镜看到。

AVR单片机系列齐全，可适用于各种不同场合的要求。AVR单片机有3个档次：

(1)低档Tiny系列AVR单片机，主要型号有Tiny11/12/13/15/26/28等；

(2)中档AT90S系列AVR 单片机，主要型号有AT90S1200/2313/8515/8535等，这类产品已被Atmel公司宣布为到期产品，有的被转型到ATmega系列中；

(3)高档ATmega系列AVR单片机，主要型号有ATmega8/16/32/64/128以及ATmega8515/8535等。

常用的AVR单片机选型表见表20。

AVR单片机的开发工具常用的有AVR-Studio和ICC-AVR，前者只支持汇编的开发调试，后者是C编译器。

AVR单片机支持ISP下载，图4是下载线电路，上位机软件可使用PonyProg2000。

4. Motorola单片机

Motorola是世界上最大的单片机厂商。从M6800开始,开发了广泛的品种,4位、8位、16位、32位的单片机都能生产,其中8位机典型的代表有：M68HC05、M68HC08系列。Motorola单片机的特点之一是在同样的速度下所用的时钟频率较Intel类单片机低得多,因而使得高频噪声低,抗干扰能力强,更适合于工控领域及恶劣的环境。

新一代8位单片机M68HC08采用了0.35μm工艺,具有价格低、速度快(8MHz总线速度)功能强和功耗低等优点。特别是带有闪速FLASH存储器的单片机具有更高的性能价格比，将会成为MOTOROLA最主要的8位单片机。M68HC08单片机与M68HC05单片机的功能向上兼容。

因Motorola资料比较少，由于Motorola公司提供的开发工具及配套编程器价格昂贵,初学者难以承担。大部分通用编程器不支持Motorola单片机，所以在单片机爱好者和初级开发人员中使用并不多。

常用的M68HC05、M68HC08系列的单片机选型表分别见表21和表22。

表21 M68HC05系列单片机选型表

型号	RAM(B)	ROM(B)	串行口	定时/计数器	总线速度(MHz)	A/D转换器	电源电压(V)	PWM	I/O口线
68HC05B6	176	6144 Mask	SCI	4	1、2.1	8	5、3.3	2	32
68HC05B8	176	7168 Mask	SCI	4	1、2.1	8	5、3.3	2	32
68HC05B16	352	15360 Mask	SCI	4	1、2.1	8	5、3.3	2	32
68HC05B32	352	15360 Mask	SCI	4	1、2.1	8	5、3.3	2	32
68HC705B16	528	32768 Mask	SCI	4	2.1、4	8	5、3.3	2	32
68HC705B32	528	32768 OTP	SCI	4	1、2.1	8	5、3.3	2	32
68HC05C8A	176	7744 Mask	SCI、SPI	2	1、2.1	–	5、3.3	–	31
68HC705C8A	304	8092 OTP	SCI、SPI	2	1、2.1	–	5、3.3	–	31
68HC05C9A	352	15936 Mask	SCI、SPI	2	1、2.1	–	5、3.3	–	31
68HC705C9A	352	15932 OTP	SCI、SPI	2	1、2.1	–	5、3.3	–	31
68HC705F32	920	32256 OTP	SCI、SPI	8	1.8	8	5、2.7	3	69、80
68HC05J1A	64	1024 Mask	–	–	1、2.1	–	5、3.3	–	14
68HC705J1A	64	1240 OTP	–	–	1、2.1	–	5、3.3	–	14
68HC05J5A	128	2560 Mask	–	1	2.1	–	5、2.2	–	14
68HC705J5A	128	2560 OTP	–	1	2.1	–	5、2.2	–	14
68HC05JB3	144	2560 Mask	USB1.0	2	3	–	5	–	19
68HC705JB3	144	2560 Mask	USB1.0	2	3	–	5	–	19
68HC05JJ6	244	6160 Mask	SIOP	2	1.1、2.1	4	5、3	–	14
68HC705JJ7	244	6160 EPROM	SIOP	2	2.1、1.05	4	5、3	–	14
68HC05JP6	244	6160 Mask	SIOP	2	2.1、1.05	4	5、3	–	22
68HC705JP7	244	6160 EPROM	SIOP	2	2.1、1.05	4	5、3	–	22
68HC05K3	64	928 Mask	–	–	2.1、1.05	–	5、3	–	10
68HC705KJ1	64	1204 EPROM	–	–	4、2.1	–	5、3.3	–	10
68HC705L16	512	1640 Mask	SSPI	2	1、2.1	–	5、3.3、2.7	–	39

表22 M68HC08系列单片机选型表

型号	RAM(B)	ROM(B)	串行口	定时/计数器	总线速度(MHz)	A/D转换器	电源电压(V)	PWM	I/O口线
68HC08AB16A	512	16384 Mask	SCI、SPI	8	8	8	5	8	51
68HC908AB32	1024	32768 Flash	SC、SPI	8	8	8	5	8	51
68HC908AS32A	1024	32768 Flash	SCI、SPI、J1850	6	8	15	5	6	40
68HC908AS60	2048	61872 Flash	SCI、SPI、J1850	6	8、4	8	5	8	–
68HC908AS60A	2048	61872 Flash	SCI、SPI、J1850	6	8	15	5	15、6	52、42
68HC908AZ60A	2048	6177 Flash	MSCAN12、SCI、SPI	8	8、4	15	5	8	52
68HC08BD24	512	25088 Mask	DDC12AB、I^2C	2	6	6	5	16	32
68HC908BD48	1024	48128 Flash	DDC12AB、I^2C、USB	2	6	6	5	16	32
68HC908EY16	512	15872 Flash	SCI、SPI	2	8	8	5	4	24
68HC908GP32	512	32256 Flash	SCI、SPI	4、2	8.2、4.1	8	5、3	4、2	31
68HC908GR4	384	4096 Flash	SCI、SPI	3	8.2、8、4.1	6、4	5、3	3	21、17
68HC908GR16	1000	16000 Flash	ESCI、SPI	2	8	8	5	–	37
68HC908GT8	512	7680 Flash	SCI、SPI	4	4、8	8	5、3	4	36、34
68HC908GT16	512	15872 Flash	SCI、SPI	4	4、8	8	5、3	4	36、34
68HC908GZ8	1000	8000 Flash	SPI、CAN2.0A/B ESCI	2、1	8	8	5	–	37
68HC908GZ16	1000	16000 Flash	SPI、CAN2.0A/B ESCI	2、1	8	8	5	–	37
68HC08JB1	128	5632 Mask	USB1.1	1	3	–	3	1	13
68HC908JB8	256	8192 Flash	USB1.1	2、1	3	–	5.2、5	2、1	13、37、21
68HC08JB8	256	8192 Mask	USB1.1	2、1	3	–	3	2、1	13、37、21
68HC908JK1	128	1536 Flash	–	2	4、8	8	5、3	2	15、14
68HC08JL3	128	4096 Mask	–	2	4、8	8	5、3	2	22
68HC08KH12	384	–	USB1.1	2	6	–	5	2	42
68HC908KX2	192	2048 Flash	SCI	2	4、8	4	5、3	2	13
68HC908KX8	192	7680 Flash	SCI	2	4、8	4	5、3	2	13
68HC908LD64	2048	60928 Flash	DDC12AB、I^2C USB1.1	2	6	6	3.3	8	39
68HC908LJ12	512	12288 Flash	SCI、SPI	4、2	4、8	6、4	3.3、5	4、2	32、20

常用的典型单片机资料

文 / 吴汉清

AT89C51/52

生产公司：ATMEL 市场参考价：6元/6.5元

AT89C51是一个低电压，高性能CMOS 8位单片机，片内含4KB的可反复擦写的Flash只读程序存储器和128B的随机存取数据存储器(RAM)，器件采用ATMEL公司的高密度、非易失性存储技术生产，兼容标准MCS-51指令系统，片内置通用8位中央处理器和Flash存储单元。其引脚排列见图1。

主要功能特性：

- 兼容MCS-51指令系统
- 4KB可反复擦写(>1000次)Flash ROM
- 全静态工作，时钟频率0～24MHz
- 3级加密程序存储器
- 128 × 8位内部RAM
- 32个可编程I/O口
- 2个16位定时器 / 计数器
- 6个中断源
- 可编程串行UART通道
- 可直接驱动LED
- 低功耗的闲置和掉电模式
- 片内振荡器和时钟电路

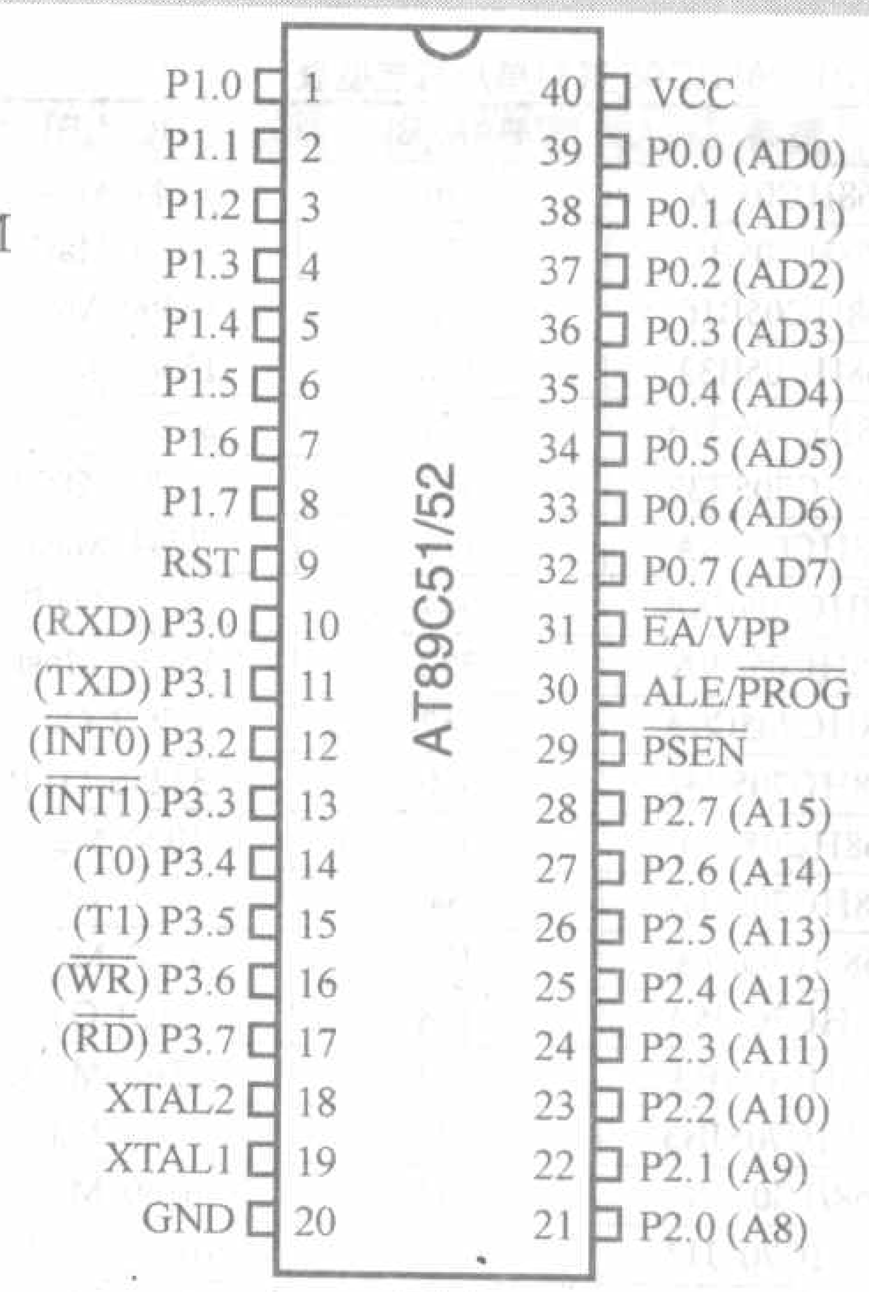


图 1

引脚功能说明

VCC	电源电压。
GND	地。
P0口	P0口是一组8位漏极开路型双向I/O端口，也即地址 / 数据总线复用口。作为输出口时，每位能以吸收电流的方式驱动8个TTL逻辑门电路，对端口写“1”时作高阻抗输入端用。 在访问外部程序和外部数据存储器时，P0口是分时转换的地址(低8位)/ 数据总线，访问期间内部的上拉电阻起作用。 对内部Flash程序存储器编程时，接收指令字节；校验程序时输出指令字节，要求外接上拉电阻。
P1口	P1口是一个带有内部上拉电阻的8位双向I/O端口。输出缓冲级可驱动（吸收或输出电流）4个TTL逻辑门电路。对端口写“1”时，通过内部的上拉电阻将端口拉到高电平，此时可作输入口。作输入口使用时，因为内部存在上位电阻，某个引脚被外信号拉低时会输出一个电流（I_{IL}）。 Flash编程和校验期间，P1接收低8位地址信息。
P2口	P2口是一个带有内部上拉电阻的8位双向I/O端口。输出缓冲级可驱动（吸收或输出电流）4个TTL逻辑门电路。对端口写“1”时，通过内部的上拉电阻将端口拉到高电平，此时可作输入口。作输入口使用时，因为内部存在上位电阻，某个引脚被外信号拉低时会输出一个电流（I_{IL}）。 在访问外部程序和16位外部数据存储器时，P2口送出高8位地址数据。在访问8位地址的外部数据存储器时，P2口线上的内容，在整个访问期间不改变。 Flash编程和校验时，P2接收高8位地址信息和其它控制信号。
P3口	P3口是一个带有内部上拉电阻的8位双向I/O端口。输出缓冲级可驱动（吸收或输出电流）4个TTL逻辑门电路。对端口写“1”时，通过内部的上拉电阻将端口拉到高电平，此时可作输入口。作输入口使用时，因为内部存在上位电阻，某个引脚被外信号拉低时会输出一个电流（I_{IL}）。 P3口还接收一些用于Flash编程序校验的控制信号。 除此之外P3端口还用于一些第二功能。
RST	复位输入。当振荡器工作时，RST引脚出现两个周期以上高电平将使单片机复位。
ALE/$\overline{PROG}$	访问外部存储器时，ALE（地址锁存允许）的输出用于锁存地址的低位字节。即使不访问外部存储器，ALE端仍以不变的频率输出脉冲信号(此频率是振荡器频率的1/6)。在访问外部数据存储器时，出现一个ALE脉冲。对Flash存储器编程时，这个引脚用于输入编程脉冲$\overline{PROG}$。
$\overline{PSEN}$	该引脚是外部程序存储器的选通信号输出端。当AT89C51由外部程序存储器取指令或常数时，每个机器周期输出2个脉冲即两次有效。但访问外部数据存储器时，将不会有脉冲输出。
$\overline{EA}$/VPP	外部访问允许端。要使AT89C51只访问外部程序存储器（地址为0000H-FFFFH),这时$\overline{EA}$必须保持低电平。如果$\overline{EA}$为高电平，则CPU执行内部程序存储器中的指令。 对Flash存储器编程时，该引脚加上+12V的编程允许电源Vpp，当然该器件必须使用12V的编程电压。
XTAL1	振荡器反向放大器及内部时钟发生器的输入端。
XTAL2	振荡器反向放大器的输出端。

P3口第二功能

端口引脚	第二功能	端口引脚	第二功能
RXD(P3.0)	串行输入口	T0(P3.4)	定时 / 计数器0外部输入
TXD(P3.1)	串行输出口	T1(P3.5)	定时 / 计数器1外部输入
$\overline{INT0}$ (P3.2)	外中断0	$\overline{WR}$ (P3.6)	外部数据存储器写选通
$\overline{INT1}$ (P3.3)	外中断1	$\overline{RD}$ (P3.7)	外部数据存储器读选通

AT89C51/52区别

型号	Flash ROM	RAM	T/C	P1.0第二功能	P1.1第二功能
AT89C51	4	128	2	–	–
AT89C52	8	256	3	T2	T2 EX

AT89C2051

生产公司：ATMEL 市场参考价：4元

AT89C2051是一个低电压、高性能CMOS 8位单片机，是AT89C51的精简版本。片内含2KB的可反复擦写的只读Flash程序存储器和128B的随机存取数据存储器(RAM)，器件采用ATMEL公司的高密度、非易失性存储技术生产，兼容标准MCS-51指令系统，片内集成了一个模拟电压比较器。适合在低成本、低功耗、低电压、小体积的情况下使用。其引脚排列见图2。

P3口第二功能

端口引脚	第二功能	端口引脚	第二功能
RXD(P3.0)	串行输入口	$\overline{INT1}$ (P3.3)	外中断1
TXD(P3.1)	串行输出口	T0(P3.4)	定时／计数器0外部输入
$\overline{INT0}$ (P3.2)	外中断0	T1(P3.5)	定时／计数器1外部输入

主要功能特性：

- 和MCS-51产品兼容
- 2KB字节可重编程Flash ROM
- 耐久性：1000写／擦除周期
- 2.7V～6V的工作电压范围
- 128 × 8位内部RAM
- 15个可编程I/O口
- 2个16位定时器／计数器
- 6个中断源
- 可编程串行UART通道
- 低功耗的闲置和掉电模式
- 直接LED驱动输出
- 片内模拟比较器
- 低功耗空载和掉电方式

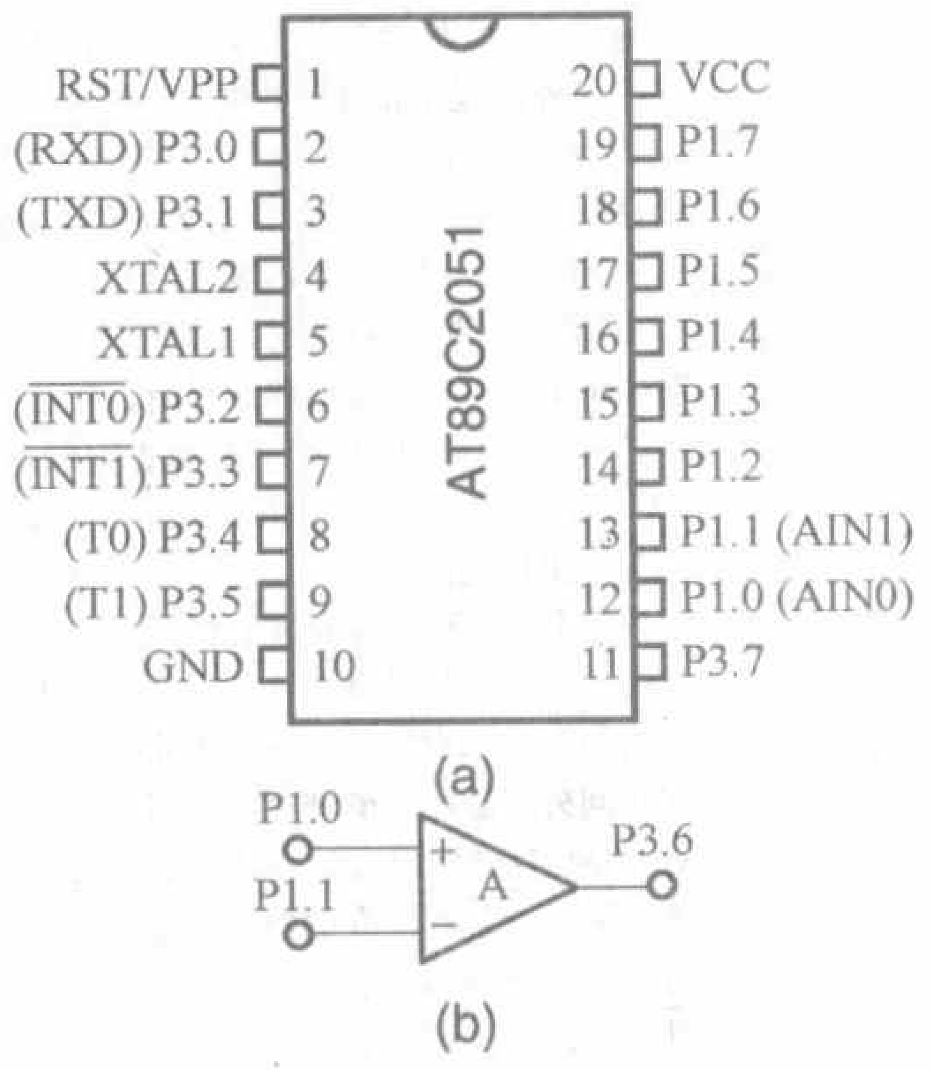


图2

引脚功能说明

VCC	电源电压。
GND	地。
P1口	P1口是一组8位双向I/O口，P1.2~P1.7带上拉电阻，P1.0、P1.1内部无上位电阻，主要是考虑它们分别是内部精密比较器的同相输入端(AIN0)和反相输入端(AIN1)，如果需要外接上拉电阻。P1口输出缓冲器可吸收20mA电流并可直接驱动LED。当P1口写入“1”时可作输入端。
P3口	P3.0~P3.5、P3.7是带有内部上拉电阻的7个双向I/O口。P3.6没有引出，但可作为片内固定输入片内比较器的输出信号，P3口可吸收20mA电流。当P1口写入“1”时可作输入端。
RST	复位输入。当振荡器工作时，RST引脚出现两个周期以上高电平将使单片机复位。
XTAL1	振荡器反向放大器及内部时钟发生器的输入端。
XTAL2	振荡器反向放大器的输出端。

AT89S51/52/53

生产公司：ATMEL 市场参考价：5元/5.5元/9元

AT89S51是一个低功耗，高性能CMOS 8位单片机，在AT89C51的基础上增加了在系统编程功能（ISP），集成了看门狗定时器（WDT）。片内含4KB ISP的可反复擦写1000次的Flash只读程序存储器，器件采用ATMEL公司的高密度、非易失性存储技术制造，兼容标准MCS-51指令系统及80C51引脚结构，芯片内集成了通用8位中央处理器和ISP Flash 存储单元。其引脚排列见图3。

主要功能特性：

- 兼容MCS-51指令系统
- 4KB可反复擦写(>1000次)ISP Flash
- 4.5V～-5.5V工作电压
- 全静态工作，时钟频率0～33MHz
- 3级加密程序存储器
- 128 × 8位内部RAM
- 32个可编程I/O口
- 2个16位定时器／计数器
- 6个中断源
- 全双工串行UART通道
- 低功耗的闲置和掉电模式
- 中断唤醒省电模式
- 看门狗（WDT）电路

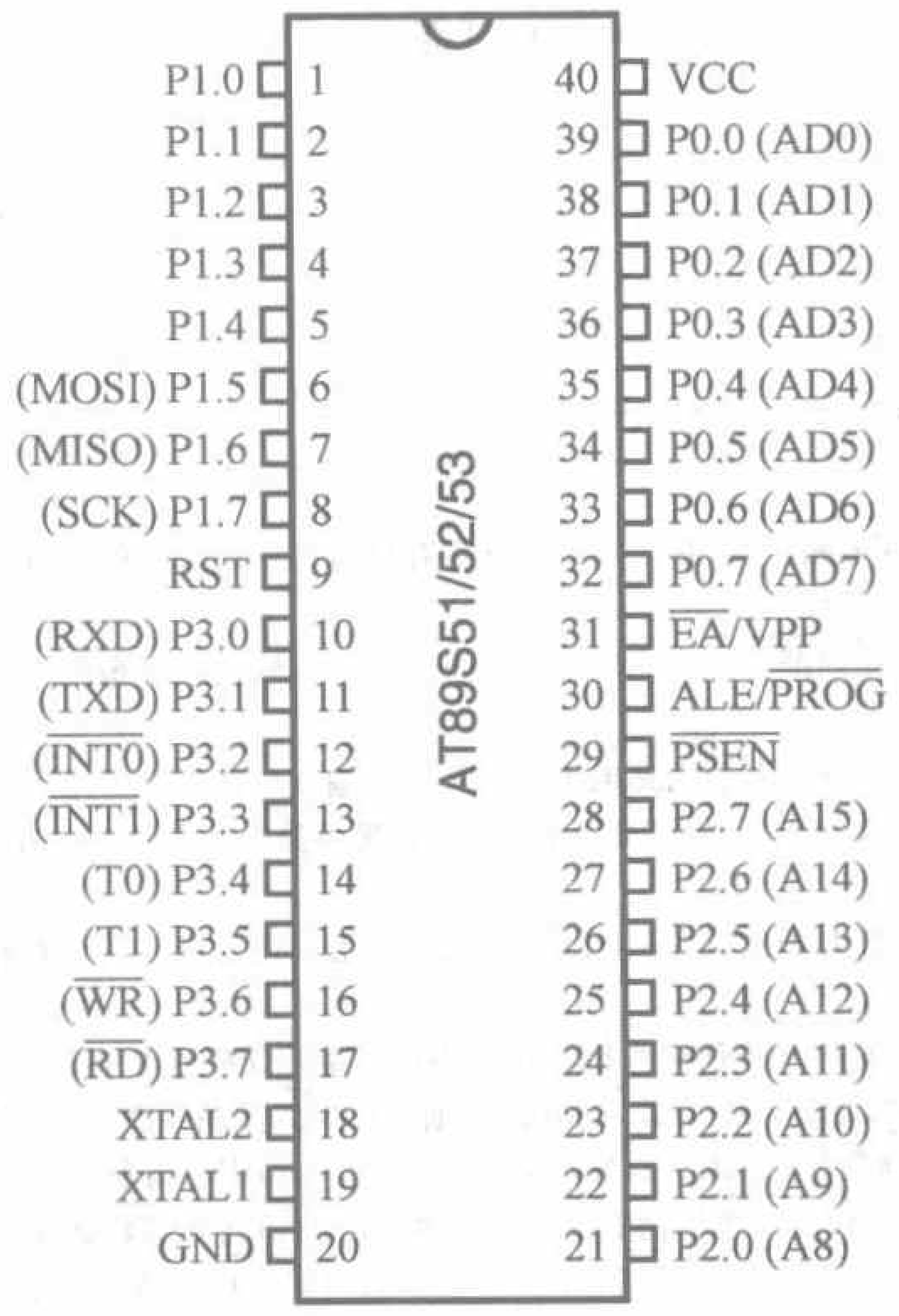


图3

P3口第二功能

端口引脚	第二功能	端口引脚	第二功能
RXD(P3.0)	串行输入口	T0(P3.4)	定时／计数器0外部输入
TXD(P3.1)	串行输出口	T1(P3.5)	定时／计数器1外部输入
$\overline{INT0}$ (P3.2)	外中断0	$\overline{WR}$ (P3.6)	外部数据存储器写选通
$\overline{INT1}$ (P3.3)	外中断1	$\overline{WR}$ (P3.7)	外部数据存储器读选通

ISP编程端口（配合9脚RST使用）

端口引脚	第二功能
P1.5	MOSI主机输入、从机输出信号
P1.5	MISO主机输出、从机输入信号
P1.5	SCK串行时钟信号

AT89C51/52区别

型号	Flash ROM	RAM	T/C	P1.0第二功能	P1.1第二功能
AT89S51	4	128	2		
AT89S52	8	256	3	T2	T2 EX
AT89S53	12	256	3	T2	T2 EX

引脚功能说明

VCC	电源电压。
GND	地。
P0 口	P0 口是一个 8 位漏极开路型双向 I/O 端口，端口置 1（对端口写 1）时作高阻抗输入端。作为输出口时能驱动 8 个 TTL。 对内部 Flash 程序存储器编程时，接收指令字节；校验程序时输出指令字节，要求外接上拉电阻。 在访问外部程序和外部数据存储器时，P0 口是分时转换的地址(低 8 位)/ 数据总线，访问期间内部的上拉电阻起作用。
P1 口	P1 口是一个带有内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 端口。输出时可驱动 4 个 TTL。端口置 1 时，内部上拉电阻将端口拉到高电平，作输入用。作输入口使用时，因为内部存在上位电阻，某个引脚被外信号拉低时会输出一个电流（I_{IL}）。 对内部 Flash 程序存储器编程时，接收低 8 位地址信息。
P2 口	P2 口是一个带有内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 端口。输出时可驱动 4 个 TTL。端口置 1 时，内部上拉电阻将端口拉到高电平，作输入用。 对内部 Flash 程序存储器编程时，接收高 8 位地址和控制信息。 在访问外部程序和 16 位外部数据存储器时，P2 口送出高 8 位地址。而在访问 8 位地址的外部数据存储器时，其引脚上的内容在此期间不会改变。
P3 口	P3 口是一个带有内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 端口。输出时可驱动 4 个 TTL。端口置 1 时，内部上拉电阻将端口拉到高电平，作输入用。作输入口使用时，因为内部存在上位电阻，某个引脚被外信号拉低时会输出一个电流（I_{IL}）。 对内部 Flash 程序存储器编程时，接控制信息。除此之外 P3 端口还用于一些第二功能。
RST	复位输入。当振荡器工作时，RST 引脚出现两个周期以上高电平将使单片机复位。
ALE/$\overline{\text{PROG}}$	访问外部存储器时，ALE（地址锁存允许）的输出用于锁存地址的低位字节。即使不访问外部存储器，ALE 端仍以时钟频率的 1/6 输出脉冲信号。要注意的是：每当访问外部数据存储器时将跳过一个 ALE 脉冲。 对 Flash 存储器编程时，这个引脚用于输入编程脉冲 $\overline{\text{PROG}}$。
$\overline{\text{PSEN}}$	该引脚是外部程序存储器的选通信号输出端。当 AT89C51 由外部程序存储器取指令或常数时，每个机器周期输出 2 个脉冲即两次有效。但访问外部数据存储器时，将不会有脉冲输出。
$\overline{\text{EA}}$/VPP	外部访问允许端。要使 AT89S51 只访问外部程序存储器（地址为 0000H−FFFFH)，这时该引脚必须保持低电平。如 $\overline{\text{EA}}$ 端为高电平，CPU 执行内部程序存储器的指令。 对 Flash 存储器编程时，该引脚加上 +12V 的编程电压 Vpp。
XTAL1	振荡器反向放大器及内部时钟发生器的输入端。
XTAL2	振荡器反向放大器的输出端。

P89C51

生产公司：PHILIPS 市场参考价：8 元

P89C51 含有非易失 Flash 并行可编程的程序存储器，所有器件都是通过引导装载器串行编程（ISP)。单片机采用先进 CMOS 工艺的单片8位微控制器，是80C51微控制器系列的派生，和 80C51 指令相同。其功能明显强于 80C51。其引脚排列见图 4。

主要功能特性：

· 80C51 中心处理单元
· 4KB 片内 Flash ROM
· 全静态操作，速度可达 33MHz
· RAM 可扩展到 64KB
· 4 级中断
· 6 个中断源
· 4 个 8 位 I/O 口
· 全双工增强型 UART
· 多种电源控制模式
· 可编程时钟输出
· 双 DPTR 寄存器
· 外部中断可以从掉电模式中唤醒
· 3 个 16 位定时器

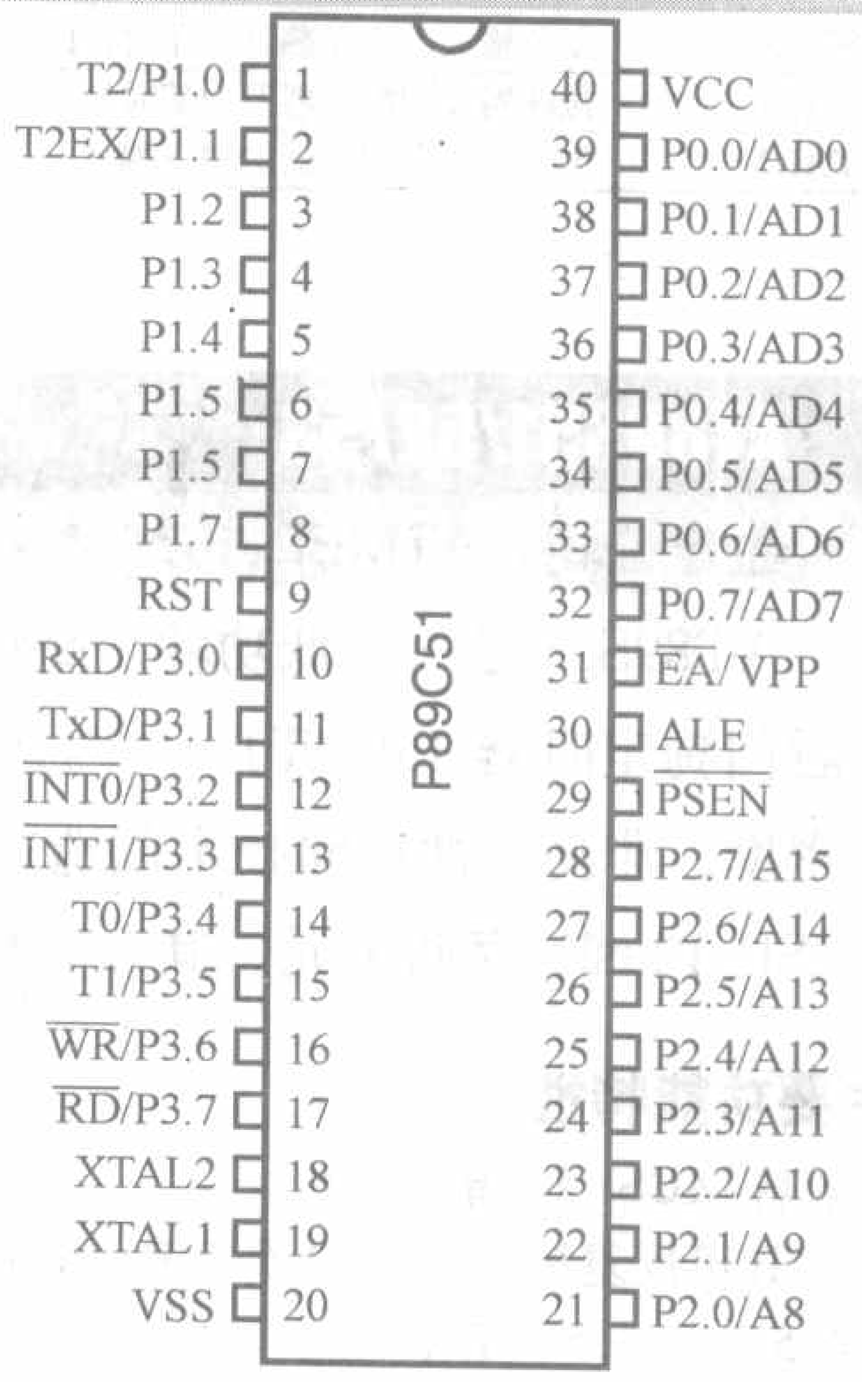


图 4

P3 口第二功能

端口引脚	第二功能
T2(P1.0)	定时 / 计数器 2 外部输入 / 时钟输出
T2EX(P1.1)	定时 / 计数器 2 重装载 / 捕捉 / 方向控制
RXD(P3.0)	串行输入口
TXD(P3.1)	串行输出口
INT0 (P3.2)	外中断 0
INT1 (P3.3)	外中断 1
T0(P3.4)	定时 / 计数器 0 外部输入
T1(P3.5)	定时 / 计数器 1 外部输入
WR (P3.6)	外部数据存储器写选通
RD (P3.7)	外部数据存储器读选通

引脚功能说明

VCC	电源：提供掉电，空闲、正常电压。
VSS	地：0V 为标准。
P0 口	P0 口是开漏双向口，可以写“1”用作高阻抗悬浮.也可以作多路转换，在访问外部程序存储器时作地址的低字节，在访问外部数据存储器时作数据总线，当送“1”时，通过内部强上拉。
P1 口	P1 口是带内部上拉的双向 I/O 口，向 P1 口写“1”时，被内部上拉为高电平，并且可以用作输入口。当作为输入脚时，P1 口引脚被外部拉低，因为内部上拉而产生电流。
P2 口	P2 口是带内部上拉的双向 I/O 口，向 P2 口写“1”时，被内部上拉为高电平，并且用作输入口。当作为输入脚时，P2 口引脚被外部拉低，因为内部上拉而产生电流。在访问外部程序存储器和外部数据时作 16 位地址的高字节，当向 P2 口送“1” 时采用强内部上拉。当访问 8 位外部数据存储器时，P2 口的内容送到 P2 的特殊功能寄存器中。
P3 口	P3 口是带内部上拉的双向 I/O 口，向 P3 口写“1”时，被内部上拉为高电平，并且可以用作输入口，当作为输入脚时， P3 口引脚被外部拉低，因为内部上拉而产生电流。P3 口引脚也提供第二功能。
RST	复位输入。当振荡器工作时，RST 引脚出现两个周期以上高电平将使单片机复位。内部带电阻连接到 VSS，仅需要一个外部电容接到 VCC 上。
ALE	地址锁存使能：在访问外部存储器时，输出脉冲用来锁存低地址的字节，在正常情况下，输出1/6 的振荡频率可以当作外部时钟或定时，注意每次访问外部数据一个ALE 脉冲将被忽略.ALE 可以通过设置 SFR 的 auxlilary.0 设置禁止 ALE，设置后 ALE 只能在 MOVX 指令时被激活。
$\overline{\text{PSEN}}$	程序存储使能：读外部程序存储。当从外部读取程序时，$\overline{\text{PSEN}}$ 每个机器周期被激活两次，在访问外部数据器 $\overline{\text{PSEN}}$ 有效，访问内部程序时 $\overline{\text{PSEN}}$ 无效。
$\overline{\text{EA}}$/VPP	外部寻址使能 / 可编程电压：在访问整个外部程序存储器时 $\overline{\text{EA}}$ 必须置低，如果 $\overline{\text{EA}}$ 为高时，将执行内部程序。该引脚在编程时接 12V 编程电压 Vpp。
XTAL1	振荡器反向放大器及内部时钟发生器的输入端。
XTAL2	振荡器反向放大器的输出端。

W77E58

生产公司：Winbond 市场参考价：35 元

W77E58是一个快速8051 兼容微控制器，它的内核经过重新设计，提高了时钟速度和存储器访问周期速度。在相同的时钟频率下，W77E58的指令执行速度是标准8051的1.5～3倍。整体来看，W77E58的速度比标准的8051快2.5倍。由于采用全静态CMOS设计，W77E58能够在低时钟频率下运行。工作电压为4.5V～5.5V。其引脚排列见图5。W77E58无铅封装的对应型号为：W77E058。

主要功能特性：

· 8 位 CMOS 微控制器
· 每4个时钟周期为一个机器周期的高速结构，最大外部时钟频率为40MHz
· 与标准 80C52 引脚兼容
· 指令与 MCS-51 兼容
· 4 个 8 位 I/O 口(PLCC 封装)
· 3 个 16 位定时 / 计数器
· 12 个中断源，2 级中断能力
· 2 个增强型全双工串行口
· 32KB Flash ROM
· 256B 片内暂存 RAM
· 片内 1KB 外部数据存储器
· 可编程看门狗定时器
· 软件复位
· 2 个 16 位数据指针

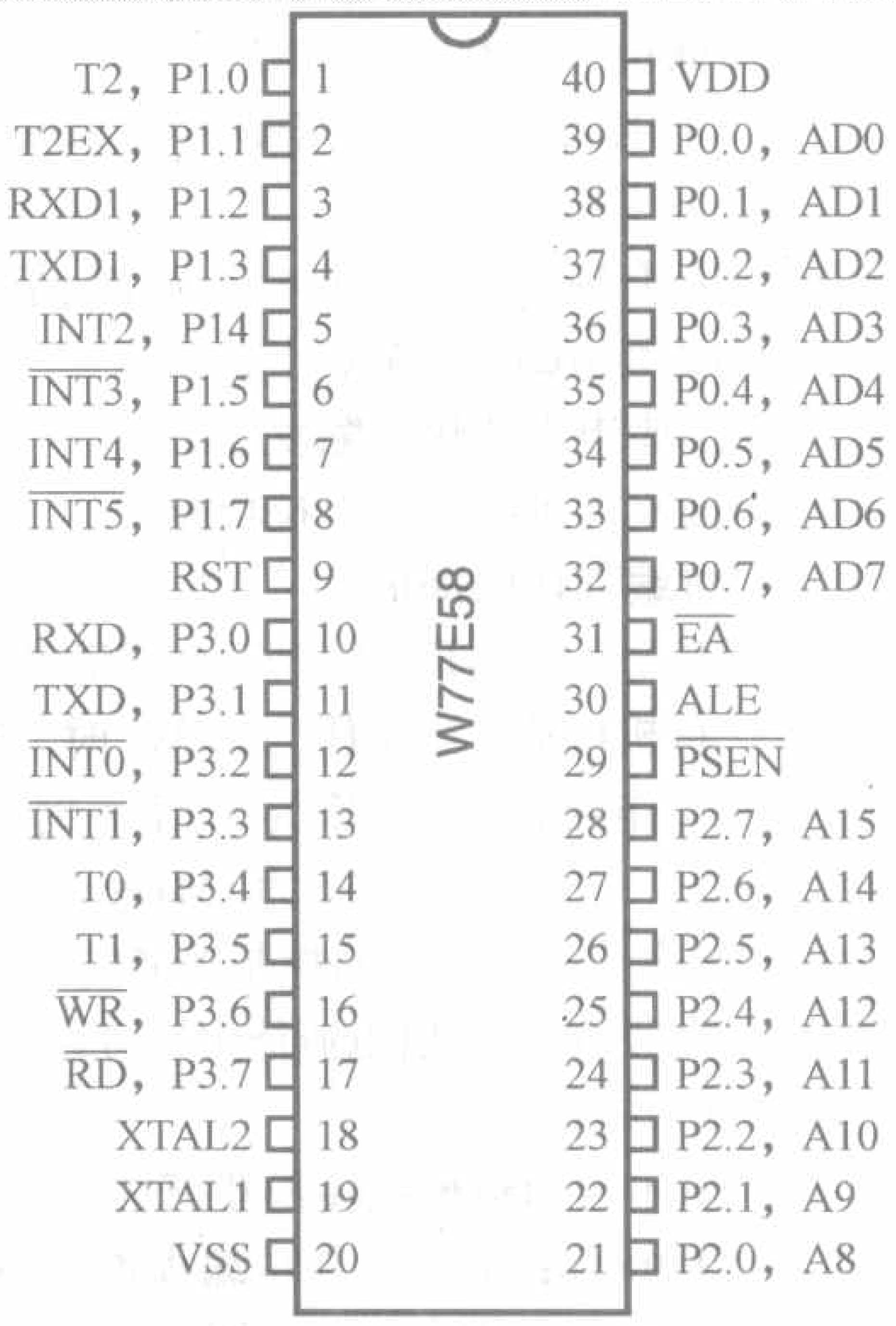


图 5

引脚功能说明

VCC	电源电压。
GND	地。
P0 口	P0 口是一个双向 I/O 口，在访问外部存储器时，端口 0 可用作低位地址 / 数据总线。端口 0 是一个开漏极端口，在进行编程时需要连接一个外部上拉电路。
P1 口	P1 口是具有内部上拉电路的双向 I/O 口。有复用功能位。
P2 口	P2 口是一个具有内部上拉电路的双向 I/O 口。此端口提供访问外部存储器的高位地址。
P3 口	P3 口是一个具有内部上拉电路的双向 I/O 口。所有位都有复用功能。
RST	复位输入。当振荡器工作时，RST 引脚出现两个周期以上高电平将使单片机复位。内部带电阻连接到 VSS，仅需要一个外部电容接到 VCC 上。
$\overline{EA}$	外部访问使能：此引脚使处理器访问外部 ROM。当 $\overline{EA}$ 保持高电平时，处理器访问内部 ROM。如果 $\overline{EA}$ 引脚为高电平且程序计数器指向片内 ROM 空间，ROM 的地址和数据就不会出现在总线上。
$\overline{PSEN}$	程序存储使能：在执行取指令（fetch）和 MOVC 的操作时，此引脚允许外部 ROM 数据出现在 P0 口的地址 / 数据总线上。当访问内部 ROM 时，此引脚上不输出 $\overline{PSEN}$ 的选通信号。
ALE	地址锁存使能：ALE 用于将 P0 口地址锁存，使其和数据分离。
XTAL1	振荡器反向放大器及内部时钟发生器的输入端。
XTAL2	振荡器反向放大器的输出端。

P3 口第二功能

端口引脚	第二功能	端口引脚	第二功能
RXD(P3.0)	串行输入口	T0(P3.4)	定时 / 计数器 0 外部输入
TXD(P3.1)	串行输出口	T1(P3.5)	定时 / 计数器 1 外部输入
$\overline{INT0}$ (P3.2)	外中断 0	$\overline{WR}$ (P3.6)	外部数据存储器写选通
$\overline{INT1}$ (P3.3)	外中断 1	$\overline{RD}$ (P3.7)	外部数据存储器读选通

P1 口第二功能

端口引脚	第二功能	端口引脚	第二功能
T2 (P1.0)	定时 / 计数器 2 的外部计数输入	INT2 (P1.4)	外部中断 2
T2EX (P1.1)	定时 / 计数器 2 的重装载 / 捕获控制	INT3 (P1.5)	外部中断 3
RXD1(P1.2)	串行口 2 RXD	INT4 (P1.6)	外部中断 4
TXD1(P1.3)	串行口 2 TXD	INT5 (P1.7)	外部中断 5

PIC12F675

生产公司：MICROCHIP 市场参考价：4.5 元

PIC12F675 是一个只有 35 条精简指令集低功耗、高性能 CMOS 8 位单片机，所有的指令均为单周期或双周期。片内含 1024B(12bit)Flash 程序程序器和 128B 的 EEPROM，64B 片内数据存储器（SRAM），2个带预分频的定时 / 计数器，定时器复位和上电复位，看门狗（WDT）电路，片内RC时钟振荡器，省电模式及睡眠唤醒功能，可选择片内、片外RC振荡器或晶体振荡器。其引脚排列见图6。

主要功能特性：

· 高性能的RISC CPU，仅需学习35 条指令
· 工作速度：0～20MHz 振荡器 / 时钟输入
  0～200ns 指令周期
· 中断功能
· 可选择内部和外部振荡器

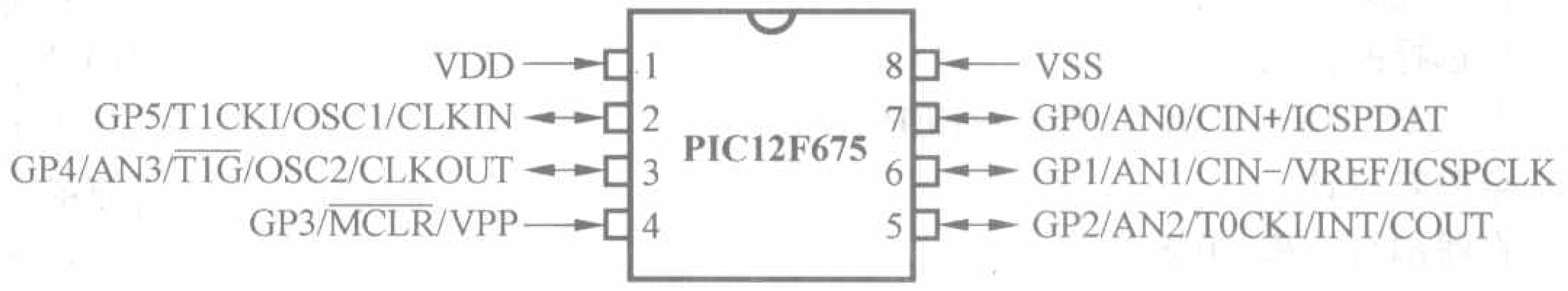


图 6

· 省电休眠模式
· 宽工作电压范围，2.0V~5.5V
· 工业级和扩展级温度范围
· 低功耗上电复位（POR）
· 上电延时定时器（PWRT）和振荡器起振定时器（OST）
· 欠压检测（BOD）
· 带有独立振荡器的看门狗定时器，可以保证可靠的运行
· 复用MCLR 输入引脚
· 引脚电平变化可触发中断
· 独立的可编程弱上拉功能
· 可编程代码保护
· 高耐久性的Flash ROM /EEPROM 存储单元
· 待机电流：当电压为2.0V 时，典型值为1nA
· 工作电流：当频率为32kHz 时，典型值为8.5 μ A
　　当频率为1MHz 时，典型值为100 μ A
· 6个具有独立方向控制功能的I/O 引脚
· 高吸收／ 拉出电流能力，可直接驱动LED
· 1个模拟比较器
· 10位4通道模数转换器模块
· Timer0：带有8 位可编程预分频器的8 位定时器／计数器
· Timer1：带有预分频器的16 位定时器／ 计数器
· 通过两个引脚可实现在线串行编程(ICSP)

引脚功能说明

名称	功能	说　　明
GP0/AN0/CIN+/ICSPDAT	GP0	双向I/O，带可编程上拉和电平变化触发中断功能
	AN0	A/D 通道0 输入
	CIN+	比较器输入
	ICSPDAT	串行编程I/O
GP1/AN1/CIN−/VREF/ICSPCLK	GP1	双向I/O，带可编程上拉和电平变化触发中断功能
	AN1	A/D 通道1 输入
	CIN−	比较器输入
	VREF	外部参考电压
	ICSPCLK	串行编程时钟
GP2/AN2/T0CKI/INT/COUT	GP2	双向I/O，带可编程上拉和电平变化触发中断功能
	AN2	A/D 通道2 输入
	T0CKI	TMR0 时钟输入
	INT	外部中断
	COUT	比较器输出
GP3/$\overline{MCLR}$/VPP	GP3	输入端口，带电平变化触发中断功能
	$\overline{MCLR}$	主清零
	VPP	编程电压
GP4/AN3/$\overline{T1G}$/OSC2/CLKOUT	GP4	双向I/O，带可编程上拉和电平变化触发中断功能
	AN3	A/D 通道3 输入
	$\overline{T1G}$	TMR1 门电路
	OSC2	晶振／ 谐振器
	CLKOUT	FOSC/4 输出
GP5/T1CKI/OSC1/CLKIN	GP5	双向I/O，带可编程上拉和电平变化触发中断功能
	T1CKI	TMR1 时钟
	OSC1	晶振／ 谐振器
	CLKIN	外部时钟输入 /RC 振荡器连接
VSS	VSS	接地参考
VDD	VDD	正电源

PIC16F877

生产公司：MICROCHIP 市场参考价：22 元

PIC16F877是PIC的中档产品。其性能很高，内部带有A/D转换器、EEPROM数据存储器、比较器输出、PWM输出、I^2C和SPI等接口，引脚排列见图7。I/O口可以定义方向，驱动能力强。适用于各种高、中和低档的电子产品的设计中。

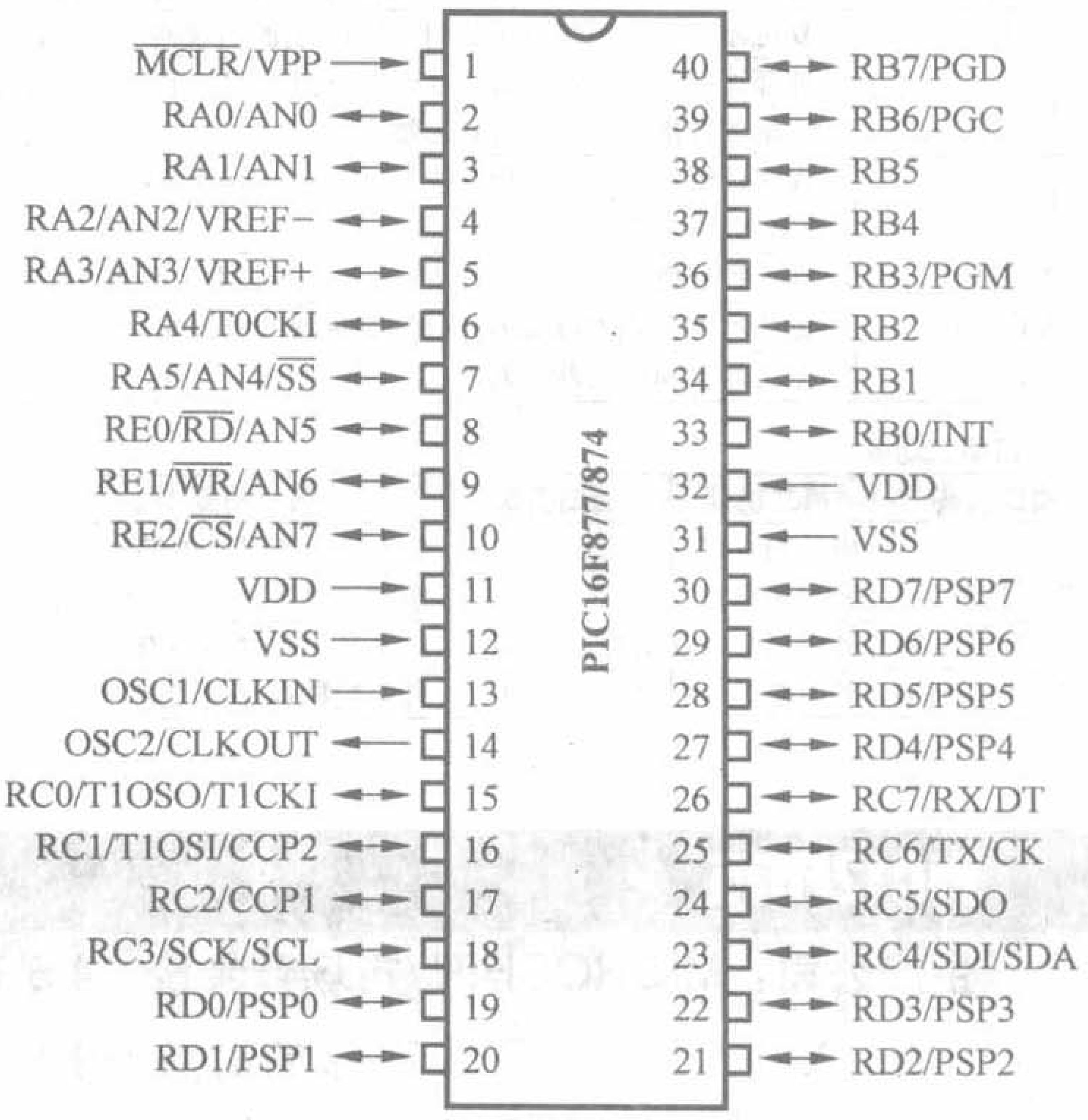


图7

主要功能特性：

· 具有高性能RISC CPU
· 仅有35条单字节指令
· 运行速度：0~20MHz时钟输入
　　0~200ns指令周期
· 8KB × 14位 Flash ROM
· 368B × 8位数据存储器（RAM）
· 256B × 8位EEPROM数据存储器
· 引脚输出和PIC16 C73B/74B/76/77兼容
· 中断能力（达14个中断源）
· 8级深度的硬件堆栈
· 直接的、间接和相对寻址方式
· 上电复位(POR)
· 上电定时器(PWRT)和振荡启动定时器（OST）
· 看门狗定时器（WDT），它带有片内可独立运行的RC振荡器
· 可编程的代码保护
· 低功耗睡眠模态
· 可选择的振动器
· 低功耗、高速CMOS Flash/EEPROM工艺
· 全静态设计
· 在线串行编程（ICSP）
· 运行电压范围：2.0V~5.5V
· I/O接口具有直接驱动能力，单个引脚的吸收／拉出电流25mA
· 商业、工业用的温度范围
· 内置3个定时器
· 深度为8的硬件堆栈
· 两个捕获器／比较器/PWM 模块
· 10位多通道的A/D转换器
· 上电复位电路及掉电检测复位电路
· 商用、工业用温度范围
· 低功耗：在5V，4MHz时典型值小于2mA
　　在3V，32kHz时典型值小于20 μ A
　　典型的睡眠电流值小于1 μ A

· Timer0：带有预分频器的8位定时器／计数器

· Timer1：带有预分频器的16位定时器／计数器，在使用外部晶体振荡时钟时，在Sleep期间仍能工作

· Timer2：带有8位周期寄存器，预分频器和后分频器的8位定时器／计数器

· 具有2个捕获器，比较器，PWM组件

· 10位8通道A/D转换器

· 串行口：SPI、I2C、USART、SCI

引脚功能说明

VDD	电源电压。	
VSS	地。	
XTAL1	时钟振荡器晶体连接端1/外部时钟源输入端。	
XTAL2	时钟振荡器晶体连接端2/时钟源输出端。	
$\overline{MCLR}$/VPP	人工复位输入端（低电平有效）／编程电压输入端。	
RA口	端口RA是一个双向I/O可编程端口。端口RA引脚第2、第3功能：	
	RA0/AN0	RA0/第0路模拟信号输入端。
	RA1/AN1	RA1/第1路模拟信号输入端。
	RA2/AN2/VREF-	RA2/第2路模拟信号输入端／负参考电压端。
	RA3/AN3/VREF+	RA3/第3路模拟信号输入端／正参考电压端。
	RA4/T0CKI	RA4/定时器0时钟输入端。
	RA5/AN4/$\overline{SS}$	RA5/第4路模拟信号输入端／串行口从动选择。
RB口	端口RB是一个双向I/O可编程端口。作输入时，内部有可编程的弱上位电路。端口RB引脚第2、第3功能：	
	RB0/INT	RB0/外部中断输入端。
	RB3/PGM	RB3/低电压编程输入端。
	RB4	具有电压变化中断功能。
	RB5	具有电压变化中断功能。
	RB6/PGC	具有电压变化中断功能／在线调试输入端和串行编程时钟输入端。
	RB7/PGD	具有电压变化中断功能／在线调试输入端和串行编程数据输入端。
RC口	端口RC是一个双向I/O可编程端口。端口RC引脚第2、第3功能：	
	RC0/T1OSO/T1CKI	RC0/定时器1的振荡器输出端／定时器1 的时钟输入端。
	RC1/T1OSI/CCP2	RC1/定时器1的振荡器输入端／捕捉器2输入端或比较器2输出端或脉宽调制器PWM2的输出端。
	RC2/CCP1	RC2/捕捉器1输入端或比较器1输出端或脉宽调制器PWM1的输出端。
	RC3/SCK/SCL	RC3/SPI和I2C串行口的同步时钟输入或输出端。
	RC4/SDI/SDA	RC4/SPI串行口的数据输入端和I²C串行口的数据输入或输出端。
	RC5/SDO	RC5/SPI串行口的数据输出端。
	RC6/TX/CK	RC6/USART全双工异步发送端/ USART半双工同步传送时钟端。
	RC7/RX/DT	RC7/USART全双工异步接收端/ USART半双工同步传送数据端。
RD口	端口RD是一个双向I/O可编程端口。其引脚还有第2功能：RD0～RD7/PSP0～PSP7：RD0～RD7/作为从动并行口与其他微处理器总线连接。	
RE口	端口RD是一个双向I/O可编程端口。端口RD引脚第二功能：	
	RE0/$\overline{RD}$/AN5	RE0/并行口读出控制端／第5路模拟信号输入端。
	RE1/$\overline{WR}$/AN6	RE1/并行口写入控制端／第6路模拟信号输入端。
	RE2/$\overline{CS}$/AN7	RE2/并行口片选控制端／第7路模拟信号输入端。

ATtiny13

生产公司：ATMEL 市场参考价：4.5元

ATtiny13是基于增强的AVR RISC结构的低功耗8位CMOS微控制器。由于其先进的指令集以及单时钟周期指令执行时间，ATtiny13 的数据吞吐率高达1MIPS/MHz，其引脚排列见图8。

ATtiny13 有1KB Flash ROM，64B EEPROM，64B SRAM，6个通用I/O口线，32个通用工作寄存器，1个具有比较模式的8位定时器／计数器，片内／外中断，4 路10位ADC，具有片内振荡器的可编程看门狗定时器，以及三种可以通过软件进行选择的省电模式。工作于空闲模式时CPU停止工作，而SRAM、T/C、ADC、模拟比较器以及中断系统继续工作；掉电模式时保存寄存器中值，停止除中断和硬件复位之外所有功能工作；ADC 噪声抑制模式时终止CPU及ADC以外所有I/O模块的工作以降低ADC转换噪声。

本芯片是以Atmel高密度非易失性存储器技术生产的。通过SPI 串行接口可对程序存储器进行系统内编程。

主要功能特性：

· 高性能、低功耗的8位AVR微处理器

· 高级RISC结构

– 120条指令

– 大多数指令执行时间为单个时钟周期

– 32个8位通用工作寄存器

– 全静态工作

– 工作于20MHz时性能高达20MIPS

· 非易失性程序和数据存储器

– 1KB的系统内可编程Flash ROM，擦写寿命：10000次

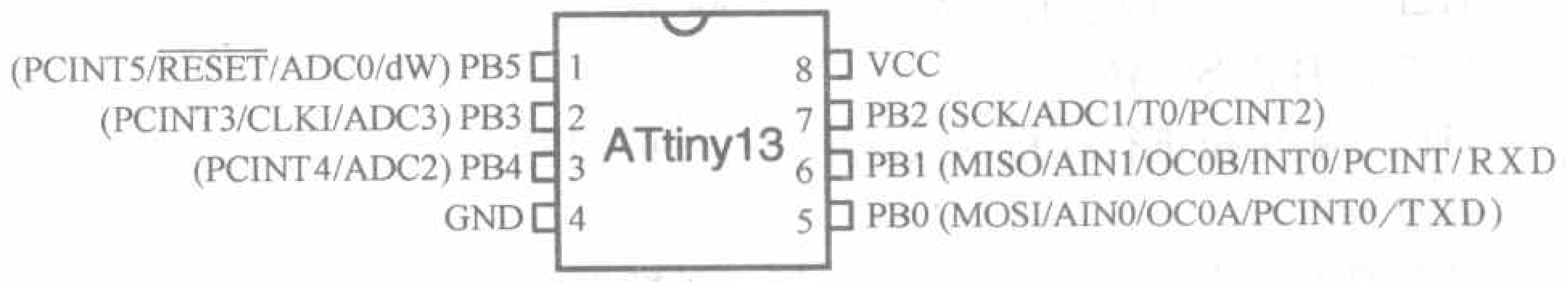


图8

– 64B的系统内可编程EEPROM，擦写寿命：100000次

– 64B的片内SRAM

– 可以对锁定位进行编程以及实现EEPROM 数据的加密

· 外设特点

– 一个具有独立预分频器的8位定时器／计数器及两条PWM 通道

– 含有片内参考电压的4 路10位ADC
– 具有独立片内振荡器的可编程看门狗定时器
– 片内模拟比较器
· 特殊的处理器特点
– 片内调试系统
– 通过SPI端口在系统内可编程
– 片内/片外中断源
– 低功耗空闲模式、噪声抑制模式、省电模式
– 增强型上电复位
– 可编程的掉电检测
– 片内标定振荡器
· 6个可编程I/O口线
· 工作电压：2.7V～5.5V
· 速度等级:0～10MHz @ 2.7V～5.5V，0～20 MHz @ 4.5V～5.5V
· 工业级温度范围
· 低功耗
– 正常模式：1MHz，1.8V：240A
– 掉电模式：1.8V：< 0.1 μA

引脚功能说明

VCC	电源电压。		
GND	地。		
端口B	端口B 为6 位双向I/O 口，具有可编程的内部上拉电阻。其输出缓冲器具有对称的驱动特性，可以输出和吸收大电流。作为输入使用时，若内部上拉电阻使能，端口被外部电路拉低时将输出电流。在复位过程中，即使系统时钟还未起振，端口B 处于高阻状态。端口B的其他特殊功能：		
	PB5	$\overline{\text{RESET}}$/dW/ADC0/PCINT5	复位引脚，持续时间超过最小门限时间的低电平将引起系统复位。调试线 I/O， ADC 输入通道或引脚变化中断。
	PB4	ADC2/PCINT4	ADC 输入通道或引脚变化中断。
	PB3	ADC3/CLKI/PCINT3	ADC 输入通道，时钟输入或引脚变化中断。
	PB2	SCK/ADC1/T0/PCINT2	串行时钟输入，定时器/ 计数器时钟输入，ADC 输入通道0或引脚变化中断。
	PB1	MISO/AIN1/OC0B/INT0/PCINT1/RXD	串行数据输入，模拟比较器反向输入，输出比较与定时器/ 计数器的PWM输出B，外部中断 0 或引脚变化中断。
	PB0	MOSI/AIN0/OC0A/PCINT0/TXD	串行数据输入，模拟比较器正向输入，输出比较与定时器/计数器的PWM输出A或引脚变化中断。

ATmega8/8L

生产公司：ATMEL 市场参考价：6.5元

ATmega8/8L是基于增强的AVR RISC结构的低功耗8位CMOS微控制器。由于其先进的指令集以及单时钟周期指令执行时间，使ATmega8的数据吞吐率高达1MIPS/MHz。

本芯片是以Atmel高密度非易失性存储器技术生产的。片内ISP Flash ROM允许程序存储器通过ISP串行接口，或者通用编程器进行编程，也可以通过运行于AVR 内核之中的引导程序进行编程。引导程序可以使用任意接口将应用程序下载到应用Flash存储区。在更新应用Flash存储区时引导Flash区的程序继续运行，实现了RWW操作。 通过将8位RISC CPU与系统内可编程的Flash ROM集成在一个芯片内，ATmega8成为一个功能强大的单片机，为许多嵌入式控制应用提供了灵活而低成本的解决方案，其引脚排列见图9。

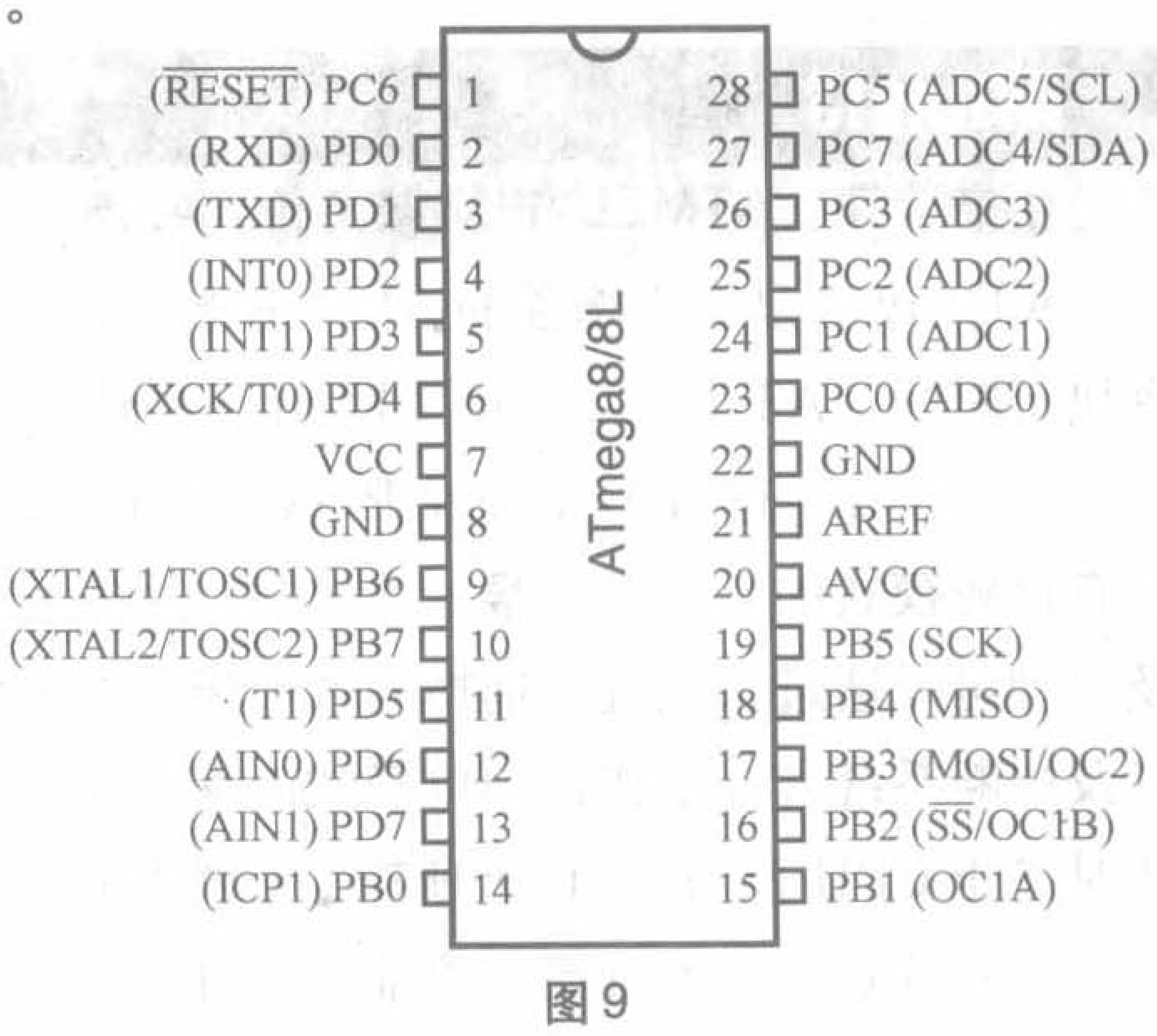


图9

主要功能特性：

· 高性能、低功耗的8位AVR微处理器
· 先进的RISC结构
– 130条指令
– 大多数指令执行时间为单个时钟周期
– 32个8位通用工作寄存器
– 全静态工作
– 工作于16MHz时性能高达16MIPS
– 只需两个时钟周期的硬件乘法器
· 非易失性程序和数据存储器
– 8KB的系统内可编程Flash ROM,擦写寿命：10000次
– 具有独立锁定位的可选Boot代码区通过片上Boot 程序实现系统内编程真正的同时读写操作
– 512B的EEPROM，擦写寿命：100000次
– 1KB的片内SRAM
– 可以对锁定位进行编程以实现用户程序的加密
· 外设特点
– 两个具有独立预分频器8位定时器/计数器，其中之一有比较功能
– 一个具有预分频器、比较功能和捕捉功能的16位定时器/ 计数器
– 具有独立振荡器的实时计数器RTC
– 三通道PWM
– TQFP与MLF封装的8路ADC
8路10位ADC
– PDIP封装的6路ADC
6路10位ADC
– 面向字节的两线接口
– 两个可编程的串行USART
– 可工作于主机/从机模式的SPI串行接口
– 具有独立片内振荡器的可编程看门狗定时器
– 片内模拟比较器
· 特殊的处理器特点
– 上电复位以及可编程的掉电检测
– 片内经过标定的RC振荡器
– 片内/ 片外中断源
– 5种睡眠模式：空闲模式、ADC噪声抑制模式、省

电模式、掉电模式及Standby 模式

· I/O和封装
– 23 个可编程的I/O 口线
– 28 引脚 PDIP 封装,32 引脚 TQFP 封装,32 引脚 MLF 封装
· 工作电压
– 2.7V～5.5V（ATmega8L）
– 4.5V～5.5V（ATmega8）
· 速度等级
– 0～8MHz（ATmega8L）
– 0～16MHz（ATmega8）
· 4MHz时功耗，3V，25℃
– 工作模式：3.6mA
– 空闲模式：1.0mA
– 掉电模式：0.5 μA

引脚功能说明

VCC	电源电压。
GND	地。
端口B (PB7～PB0) XTAL1/XTAL2/ TOSC1/TOSC2	端口B为8位双向I/O口，具有可编程的内部上拉电阻。其输出缓冲器具有对称的驱动特性，可以输出和吸收大电流。作为输入使用时，若内部上拉电阻使能，端口被外部电路拉低时将输出电流。在复位过程中，即使系统时钟还未起振，端口B处于高阻状态。 通过时钟选择熔丝位的设置，PB6可作为反向振荡放大器或时钟操作电路的输入端。 通过时钟选择熔丝位的设置，PB7可作为反向振荡放大器的输出端。 若将片内标定RC 振荡器作为芯片时钟源，且ASSR寄存器的AS2位设置，PB7～6作为异步T/C2的TOSC2～TOSC1输入端。
端口C (PC5～PC0) PC6/RESET	端口C为7 位双向I/O口，具有可编程的内部上拉电阻。其输出缓冲器具有对称的驱动特性，可以输出和吸收大电流。作为输入使用时，若内部上拉电阻使能，端口被外部电路拉低时将输出电流。在复位过程中，即使系统时钟还未起振，端口C 处于高阻状态。 若RSTDISBL 熔丝位编程，PC6作为I/O 引脚使用。注意PC6 的电气特性与端口C 的其他引脚不同，若RSTDISBL 熔丝位未编程，PC6 作为复位输入引脚。持续时间超过最小门限时间的低电平将引起系统复位。
端口D (PD7..PD0)	端口D为8位双向I/O口，具有可编程的内部上拉电阻。其输出缓冲器具有对称的驱动特性，可以输出和吸收大电流。作为输入使用时，若内部上拉电阻使能，则端口被外部电路拉低时将输出电流。在复位过程中，即使系统时钟还未起振，端口D处于高阻状态。
RESET	复位输入引脚。持续时间超过最小门限时间的低电平将引起系统复位。

端口B的第二功能

端口引脚	第二功能
PB7	XTAL2（芯片时钟振荡器引脚2） TOSC2（定时振荡器引脚2）
PB6	XTAL1（芯片时钟振荡器引脚1或外部时钟输入） TOSC1（ 定时振荡器引脚1）
PB5	SCK（SPI 总线的主机时钟输入）
PB4	MISO（SPI 总线的主机输入／从机输出信号）
PB3	MOSI（SPI 总线的主机输出／从机输入信号） OC2（T/C2 输出比较匹配输出）
PB2	$\overline{SS}$（SPI 总线主从选择） OC1B（T/C1 输出比较匹配B输出）
PB1	OC1A（T/C1 输出比较匹配A输出）
PB0	ICP1（T/C1 输入捕获引脚）

端口C的第二功能

端口引脚	第二功能
PC6	RESET（ 复位引脚）
PC5	ADC5（ADC 输入通道5） SCL（ 两线串行总线时钟线）
PC4	ADC4（ADC 输入通道4） SDA（ 两线串行总线数据输入／ 输出线）
PC3	ADC3（ADC 输入通道3）
PC2	ADC2（ADC 输入通道2）
PC1	ADC1（ADC 输入通道1）
PC0	ADC0（ADC 输入通道0）

端口D的第二功能

端口引脚	第二功能
PD7	AIN1（模拟比较器负输入）
PD6	AIN0（模拟比较器正输入）
PD5	T1（T/C1 外部计数器输入 ）
PD4	XCK（USART 外部时钟输入／ 输出） T0（T/C0 外部计数器输入）
PD3	INT1（外部中断1 输入）
PD2	INT0（外部中断0 输入）
PD1	TXD（USART 输出引脚）
PD0	RXD（USART 输入引脚）

ATmega16/16L

生产公司：ATMEL 市场参考价：13.2元

ATmega16是基于增强的AVR RISC结构的低功耗8位CMOS微控制器。由于其先进的指令集以及单时钟周期指令执行时间，使Atmega16 的数据吞吐率高达1 MIPS/MHz。

本芯片是以Atmel 高密度非易失性存储器技术生产的。片内ISP Flash ROM允许程序存储器通过ISP串行接口，或者通用编程器进行编程，也可以通过运行于AVR 内核之中的引导程序进行编程。引导程序可以使用任意接口将应用程序下载到应用Flash存储区。在更新应用Flash存储区时引导Flash区的程序继续运行，实现了RWW操作。 通过将8位RISC CPU 与系统内可编程的Flash ROM集成在一个芯片内， ATmega16成为一个功能强大的单片机，为许多嵌入式控制应用提供了灵活而低成本的解决方案。其引脚排列见图10。

主要功能特性：

· 高性能、低功耗的8位AVR微处理器
· 先进的RISC结构
– 131 条指令
– 大多数指令执行时间为单个时钟周期
– 32个8位通用工作寄存器
– 全静态工作
– 工作于16MHz时性能高达16MIPS
– 只需两个时钟周期的硬件乘法器
· 非易失性程序和数据存储器
– 16KB的系统内可编程Flash ROM,擦写寿命：10000次
– 具有独立锁定位的可选Boot 代码区，通过片上Boot程序实现系统内编程真正的同时读写操作
– 512B的EEPROM,擦写寿命：100000 次
– 1KB的片内SRAM
– 可以对锁定位进行编程以实现用户程序的加密
· JTAG接口（ 与IEEE 1149.1 标准兼容）
– 符合JTAG 标准的边界扫描功能
– 支持扩展的片内调试功能
– 通过JTAG接口实现对Flash ROM、EEPROM、熔丝位和锁定位的编程
· 外设特点
– 两个具有独立预分频器和比较器功能的8位定时器/计数器
– 一个具有预分频器、比较功能和捕捉功能的16位定时器/计数器

– 具有独立振荡器的实时计数器 RTC
– 四通道 PWM
– 8路10位 ADC
8个单端通道
TQFP 封装的7个差分通道
2个具有可编程增益（1x，10x，或200x）的差分通道
– 面向字节的两线接口
– 两个可编程的串行 USART
– 可工作于主机/从机模式的 SPI 串行接口
– 具有独立片内振荡器的可编程看门狗定时器
– 片内模拟比较器
· 特殊的处理器特点
– 上电复位以及可编程的掉电检测
– 片内经过标定的 RC 振荡器
– 片内/片外中断源
– 6种睡眠模式：空闲模式、ADC 噪声抑制模式、省电模式、掉电模式、Standby 模式以及扩展的 Standby 模式
· I/O和封装
– 32个可编程的I/O口线
– 40引脚 PDIP 封装，44引脚 TQFP 封装，与44引脚 MLF 封装
· 工作电压：
– ATmega16L：2.7V～5.5V
– ATmega16：4.5V～5.5V
· 速度等级
– 0～8 MHz ATmega16L
– 0～16 MHz ATmega16
· ATmega16L在1MHz，3V，25℃时的功耗
– 正常模式：1.1mA
– 空闲模式：0.35mA
– 掉电模式：< 1 μA

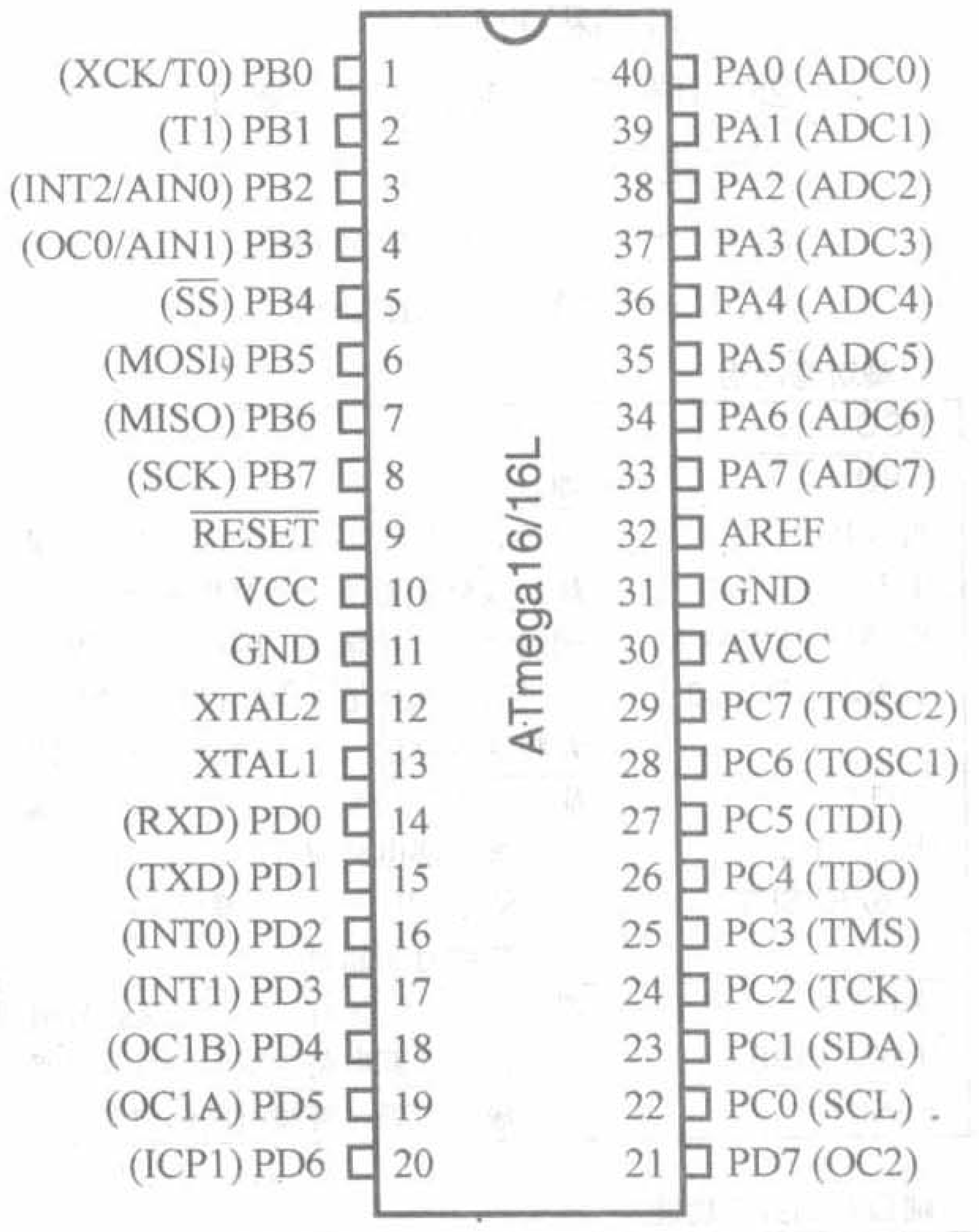


图10

端口A的第二功能

端口引脚	第二功能
PA7	ADC7（ADC 输入通道7）
PA6	ADC6（ADC 输入通道6）
PA5	ADC5（ADC 输入通道5）
PA4	ADC4（ADC 输入通道4）
PA3	ADC3（ADC 输入通道3）
PA2	ADC2（ADC 输入通道2）
PA1	ADC1（ADC 输入通道1）
PA0	ADC0（ADC 输入通道0）

端口B的第二功能

端口引脚	第二功能
PB7	SCK（SPI 总线的串行时钟）
PB6	MISO（SPI 总线的主机输入/从机输出信号）
PB5	MOSI（SPI 总线的主机输出/从机输入信号）
PB4	SS（SPI 从机选择引脚）
PB3	AIN1（模拟比较负输入） OC0（T/C0 输出比较匹配输出）
PB2	AIN0（模拟比较正输入） INT2（外部中断2 输入）
PB1	T1（T/C1 外部计数器输入）
PB0	T0（T/C0 外部计数器输入） XCK（USART 外部时钟输入/输出）

端口C的第二功能

端口引脚	第二功能
PC7	TOSC2（定时振荡器引脚2）
PC6	TOSC1（定时振荡器引脚1）
PC5	TDI（JTAG 测试数据输入）
PC4	TDO（JTAG 测试数据输出）
PC3	TMS（JTAG 测试模式选择）
PC2	TCK（JTAG 测试时钟）
PC1	SDA（两线串行总线数据输入/输出线）
PC0	SCL（两线串行总线时钟线）

端口D的第二功能

端口引脚	第二功能
PD7	OC2（T/C2 输出比较匹配输出）
PD6	ICP1（T/C1 输入捕捉引脚）
PD5	OC1A（T/C1 输出比较A 匹配输出）
PD4	OC1B（T/C1 输出比较B 匹配输出）
PD3	INT1（外部中断1 的输入）
PD2	INT0（外部中断0 的输入）
PD1	TXD（USART 输出引脚）
PD0	RXD（USART 输入引脚）

引脚功能说明

VCC	电源电压。
GND	地。
端口A(PA7～PA0)	端口A 作为A/D 转换器的模拟输入端。 端口A 为8 位双向I/O 口，具有可编程的内部上拉电阻。其输出缓冲器具有对称的驱动特性，可以输出和吸收大电流。作为输入使用时，若内部上拉电阻使能，端口被外部电路拉低时将输出电流。在复位过程中，即使系统时钟还未起振，端口A 处于高阻状态。
端口B(PB7～PB0)	端口B 为8 位双向I/O 口，具有可编程的内部上拉电阻。其输出缓冲器具有对称的驱动特性，可以输出和吸收大电流。作为输入使用时，若内部上拉电阻使能，端口被外部电路拉低时将输出电流。在复位过程中，即使系统时钟还未起振，端口B 处于高阻状态。
端口C(PC7～PC0)	端口C 为8 位双向I/O 口，具有可编程的内部上拉电阻。其输出缓冲器具有对称的驱动特性，可以输出和吸收大电流。作为输入使用时，若内部上拉电阻使能，端口被外部电路拉低时将输出电流。在复位过程中，即使系统时钟还未起振，端口C 处于高阻状态。如果JTAG接口使能，即使复位出现引脚 PC5(TDI)、PC3(TMS)与 PC2(TCK)的上拉电阻被激活。
端口D(PD7～PD0)	端口D 为8 位双向I/O 口，具有可编程的内部上拉电阻。其输出缓冲器具有对称的驱动特性，可以输出和吸收大电流。作为输入使用时，若内部上拉电阻使能，则端口被外部电路拉低时将输出电流。在复位过程中，即使系统时钟还未起振，端口D 处于高阻状态。
RESET	复位输入引脚。持续时间超过最小门限时间的低电平将引起系统复位。
XTAL1	反向振荡放大器与片内时钟操作电路的输入端。
XTAL2	反向振荡放大器的输出端。
AVCC	AVCC是端口A与A/D转换器的电源。不使用 ADC 时，该引脚应直接与 VCC 连接。使用 ADC 时应通过一个低通滤波器与 VCC 连接。
AREF	A/D 的模拟基准输入引脚。

单片机简易数字电压表

文/赵 亮

单片机是一门实践性很强的技术，不仅需要掌握硬件电路设计，同时要求学习者掌握一门编程语言，汇编或者C语言等，因此给广大初学者的学习带来了很大的难度。本文从实例出发，介绍了一个详细的项目开发实例，希望对初学者有所帮助。本文介绍了单片机模数转换的原理、TCL0831模数转换芯片简介、单片机硬件电路设计、软件程序及流程图、实际制作与最后测试。通过本讲，你可以掌握51单片机I/O口模拟的SPI程序、液晶LCD1602的使用、TLC0831器件的使用。

工作原理

本电路原理图见图1，采用TLC0831作为A/D转换器件，采用点阵型液晶模块LCD1602作为显示输出器件，为了试验方便直接采用5V电源电压作为A/D的参考电压，所以可以测量的最大电压为5V。整体的电路还是比较简单的，就是单片机的最小系统加上液晶和TLC0831模块。本电路采用的是USB方口作为电源接口，读者自己制作的时候也可以直接留出电源接口。采用USB的好处是不用单独购买5V的稳压电源，直接利用电脑就可以供电，方便爱好者实际制作。

单片机采用的是STC89C51单片机，优点是不需要编程器和下载线，直接通过串口就可以下载程序，开发方便！下载的电路就是RS232的通信电路。

模数转换器件在单片机系统中是前向的输入器件，可以将外部的模拟量进行采集，转换成数字量，再经过单片机内部的运算、滤波等处理。现在很多的单片机内部都集成了A/D转换器，但是51系列单片机内部没有，需要外接一个ADC芯片，本试验中采用的是TLC0831模数转换器。系统利用TLC0831检测外部的输入电压，并采用了软件滤波的算法处理，使测量的结果更加精确，采用液晶LCD1602作为系统的显示输出器件，人机界面接口方便。该制作稍加改进就可以制作成一个实用的数字电压表，供电子爱好者业余制作使用。

模数转换芯片TLC0831简介

TLC0831是TI公司推出的8位模数转换芯片，该芯片工作电压为5V，采用逐次逼近式转换结构，具有串行控制功能。250kHz的频率下，转换时间约为32μs。该芯片具有的串行控制功能使其在与微处理器接口时，能大大节省微处理芯片的I/O口。

TLC0831的引脚见图2，功能如下：

1脚 CS：SPI通信的片选

2脚 IN+：差分+输入

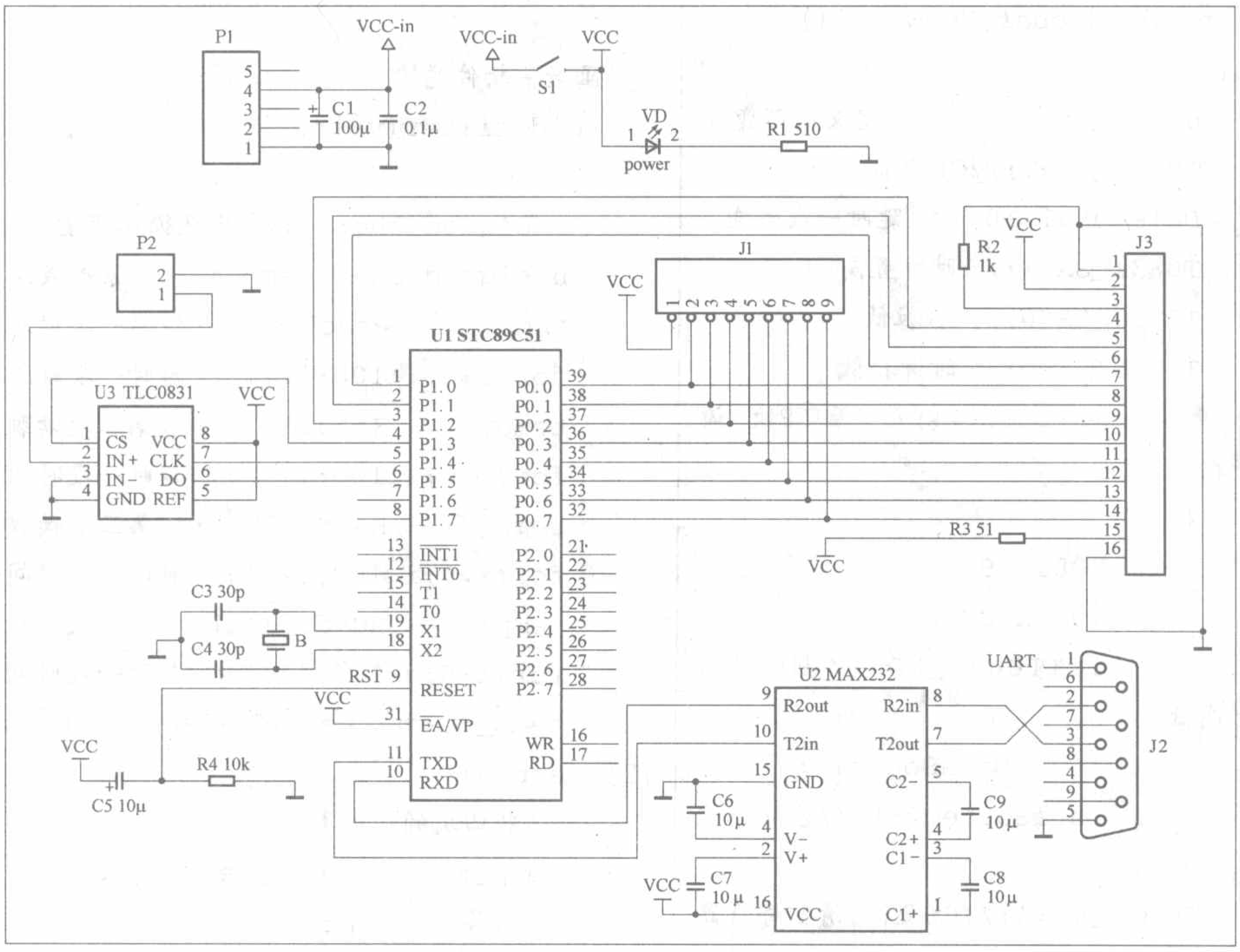


图1 硬件电路原理图

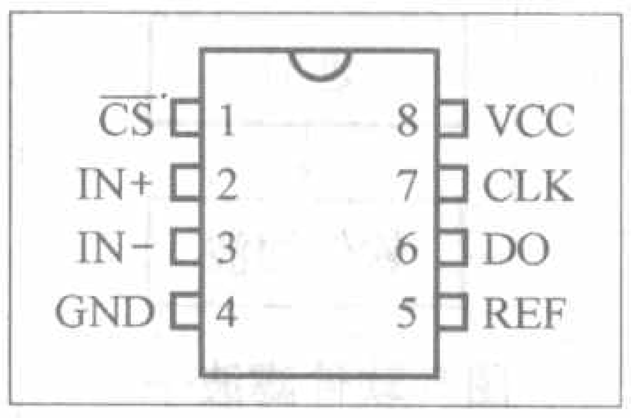


图2 TLC0831引脚图

3 脚 IN-：差分－输入（一般接地）

5 脚 REF：参考电压

6 脚 DO：SPI 串行数据输出

7 脚 CLK：SPI 通信时钟

8 脚和 4 脚为电源和地。

软件核心程序及流程图

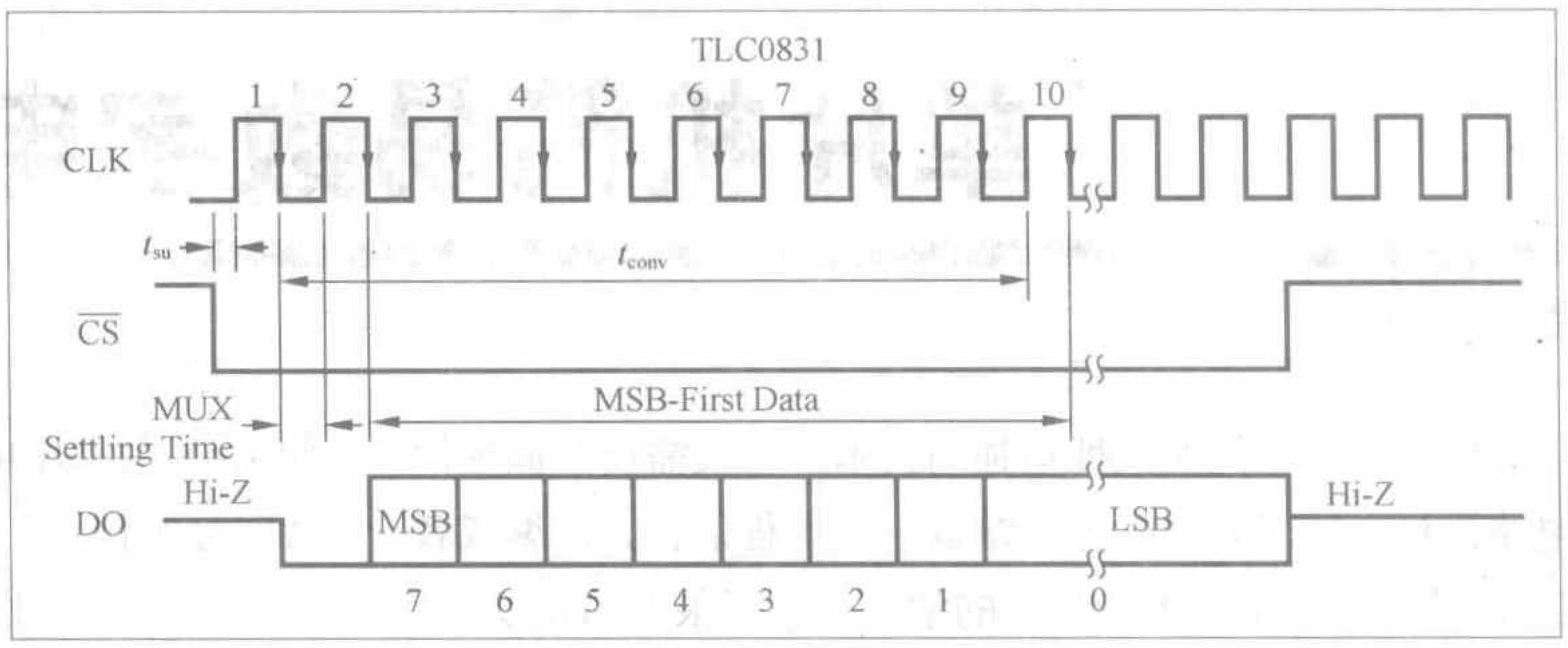


图 3 TLC0831 操作时序图

TLC0831 是一款SPI接口的器件，51单片机内部没有硬件SPI接口，因此需要利用软件模拟SPI 的时序，参照图 3 TLC0831的操作时序，在片选CS有效（低电平）的期间内，利用时钟信号CLK来同步读取DO引脚上的数据。编写SPI程序的时候需要注意以下几点。

数据位：高位在前，还是低位在前。对应不同的情况程序上需要作相应的处理，比如左移或者右移，还有就是直接通过与或处理得到相应的位数据。

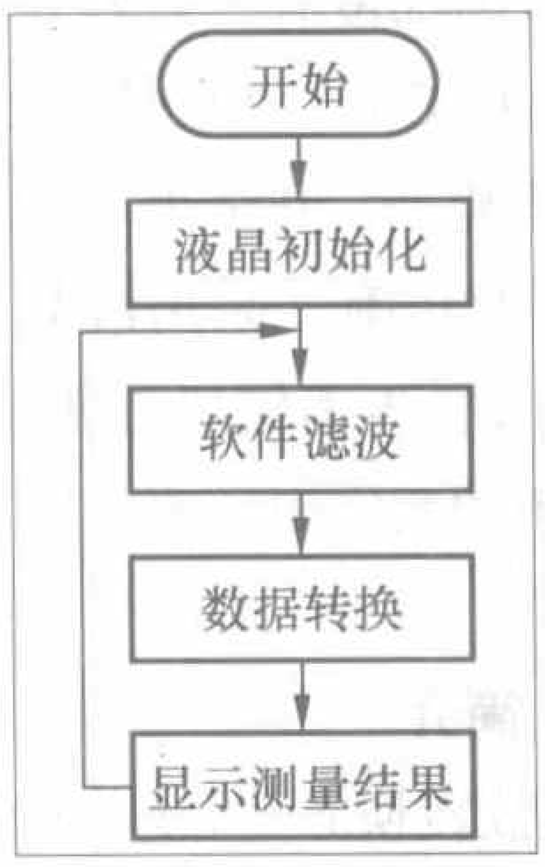


图 4 主程序流程图

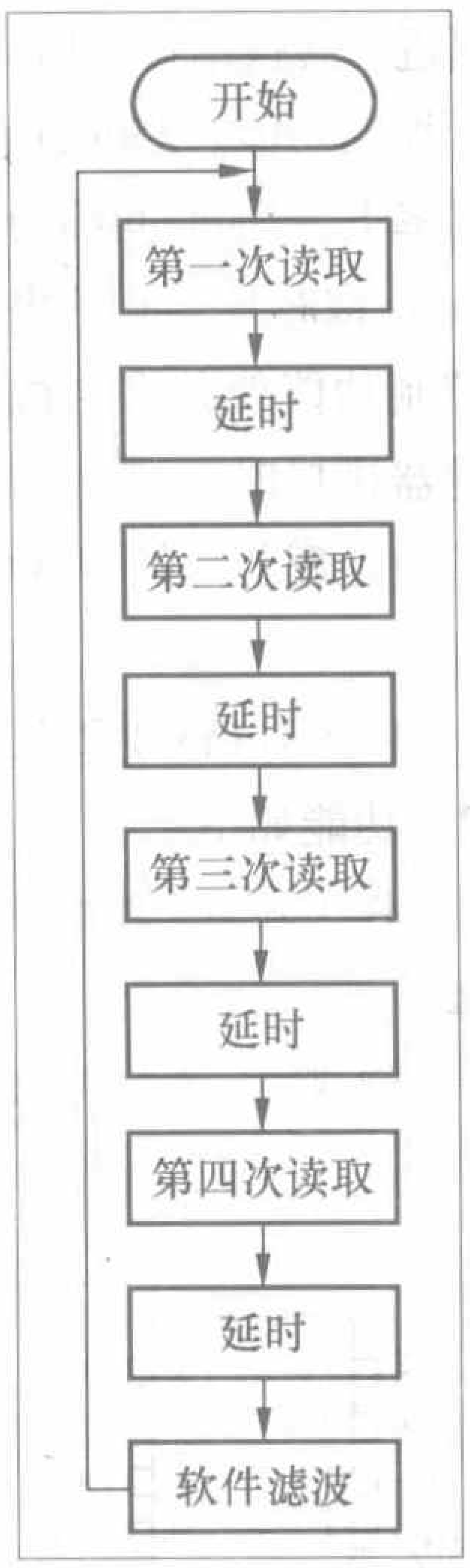


图 5 软件滤波子函数流程图

时钟沿：上升沿读取数据，还是下降沿读取数据。如果是上升沿读取，一般是先把时钟线拉低，之后再拉高，制造一个上升沿，之后去读取数据位；下降沿刚好相反。具体见下面的程序分析。

SPI总线是串行总线中应用的比较多的总线之一，只要注意以上两点，对于其他的SPI总线接口的器件也可以熟练地使用。推荐练习的器件：74HC595、MAX7219、DS1302等。

除了SPI底层通信程序以外，此系统中还包括液晶显示部分驱动程序（见本刊今年第2期），还有就是简单的运算和滤波处理以及显示测量的数据。具体操作如图4所示，软件滤波算法如图5所示。

由于TLC0831是一个8位的ADC芯片，因此测量满

核心程序

```
final=temp_read*1.95;
函数－读取一次转换结果
unsigned char Read0831()
{
  unsigned char i;//定义循环变量
  T0831_CS=1;//CS置高
  Delay0831(10);//延时一段时间
  T0831_SK=1;//时钟置高
  T0831_CS=0;//CS拉低
  T0831_SK=0;//时钟拉低
  for(i=0;i<8;i++)// 循环8次 读
取数据
  {
        T0831_SK=1;
        T0831_SK=0;
        if(T0831_DO)//判断数据
bit 高低?
              DataSoute++;
        DataSoute<<=1;//左移一位
  }
  T0831_CS=1;//CS置高,清空寄存器
  T0831_SK=1;//时钟置高
```

```
  Delay0831(20);
  return(DataSoute);//返回数据
}
函数－软件滤波
void filter(void)
{
  unsigned char i;//定义循环变量
  unsigned char temp[4];//累加数组
  temp[0] = Read0831();//第一次读取
  for(i=0;i<100;i++);//延时一段时间
  temp[1] = Read0831();//第二次读取
  for(i=0;i<100;i++);//延时一段时间
  temp[2] = Read0831();//第三次读取
  for(i=0;i<100;i++);//延时一段时间
  temp[3] = Read0831();//第四次读取
  for(i=0;i<100;i++);//延时一段时间
  temp_read = temp[0]+temp[1]+temp
[2]+temp[3];
  //将四次的结果累加
  temp_read = temp_read >> 2;
  //右移2位，相当于/4
}
```

基于AT89C55的全自动便携式线束检测装置

文/杨利宏

目前线束生产中多导线插件制作、检测比较困难，为此笔者制作了一种基于AT89C55的全自动线束检测装置，该装置可以自动检测多导线之间的错连、短路和断路，能自动报警，并在中文液晶屏幕上指出错误的线号，并指明正确的连接方式，为线束现场检测提供了一个结构简单、性能可靠、成本低廉的解决方案，其外形如图1所示，供读者参考。

线束检测

线束连结制检测是线束生产中的一个比较重要的环节，一般采用两种做法，一是采用直观的发光二极管点亮和熄灭

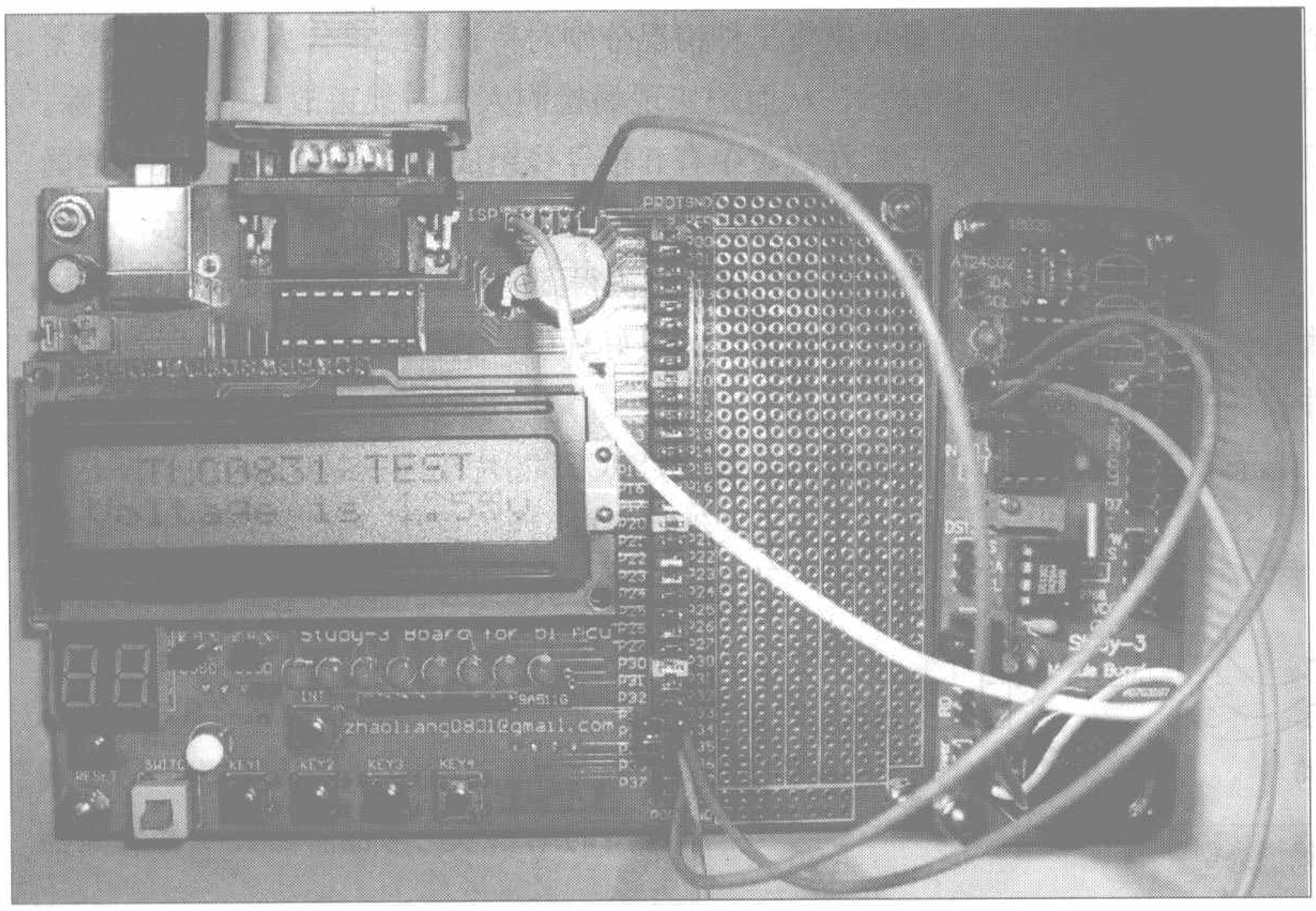


图6 实际显示效果

附表 元件清单

名 称	个数	详 情	作 用	电路图中标注
芯片 单片机	1	STC89C51/52	控制器	U1
芯片 MAX232	1	直插	下载电路	U2
芯片 TLC0831	1	直插	模数转换器	U3
电源开关	1	锁存型	下载开关	S1
排阻 10k Ω	1	直插9脚	P0口上拉电阻	J1
串口母口	1	DB9 孔	接口器件	J2
LCD1602接口	1	单排直插孔16	接口器件	J3
USB-B	1	方口头	电源接口	P1
AD 输入	1	单排插针2	接口器件	P2
电阻 510 Ω	1	1/4W 直插	电源指示限流	R1
电阻 1k Ω	1	1/4W 直插	液晶对比度调节	R2
电阻 51 Ω	1	1/4W 直插	液晶背光限流	R3
电阻 10k Ω	1	1/4W 直插	复位电路	R4
LED 发光二极管	1	Φ3、Φ5	电源指示灯	VD
晶振 11.0592MHz	1	直插	时钟电路	B
电容 100 μF	1	25V 耐压 直插	电源滤波	C1
电容 0.1 μF	1	直插	电源滤波	C2
电容 30pF	2	直插	时钟电路	C3、C4
电容 10 μF	5	25V 耐压	复位1、串口4	C5~C9

量程数据为256，外部的基准电压为5V，$(5/256)\times 100\approx 1.95$，因此软件上需要自己做处理（同样，12位精度的A/D转换也需要做相应的处理）。

实际组装及调试

本实验电路不算复杂，可以用万能板自己搭接。需要注意的是，首先要保证单片机可以正常工作，也就是需要注意电源、时钟、复位这几个地方，此外，EA引脚需要接高（保证程序从单片机内部flash读取，而不是外接的存储器中读取）。由于不同的液晶的对比度不同，因此建议在3脚接一个2k Ω的电位器到GND，方便调节对比度，使显示效果最佳！元件清单如附表所示，有些器件比如USB的接口如果没有的话，找一个5V的电源也可以。此板做好之后，除了可以做本实验之外，还可以继续做以后的实验，只要在本板的基础上陆续添加器件即可。

调试说明，一般只要电路焊接正确，下载程序就可以正常工作。显示信息：

“TLC0831 TEST”

“Voltage is x .xx v”

图6为实际显示效果，keil工程文件和源程序见本期配刊光盘。

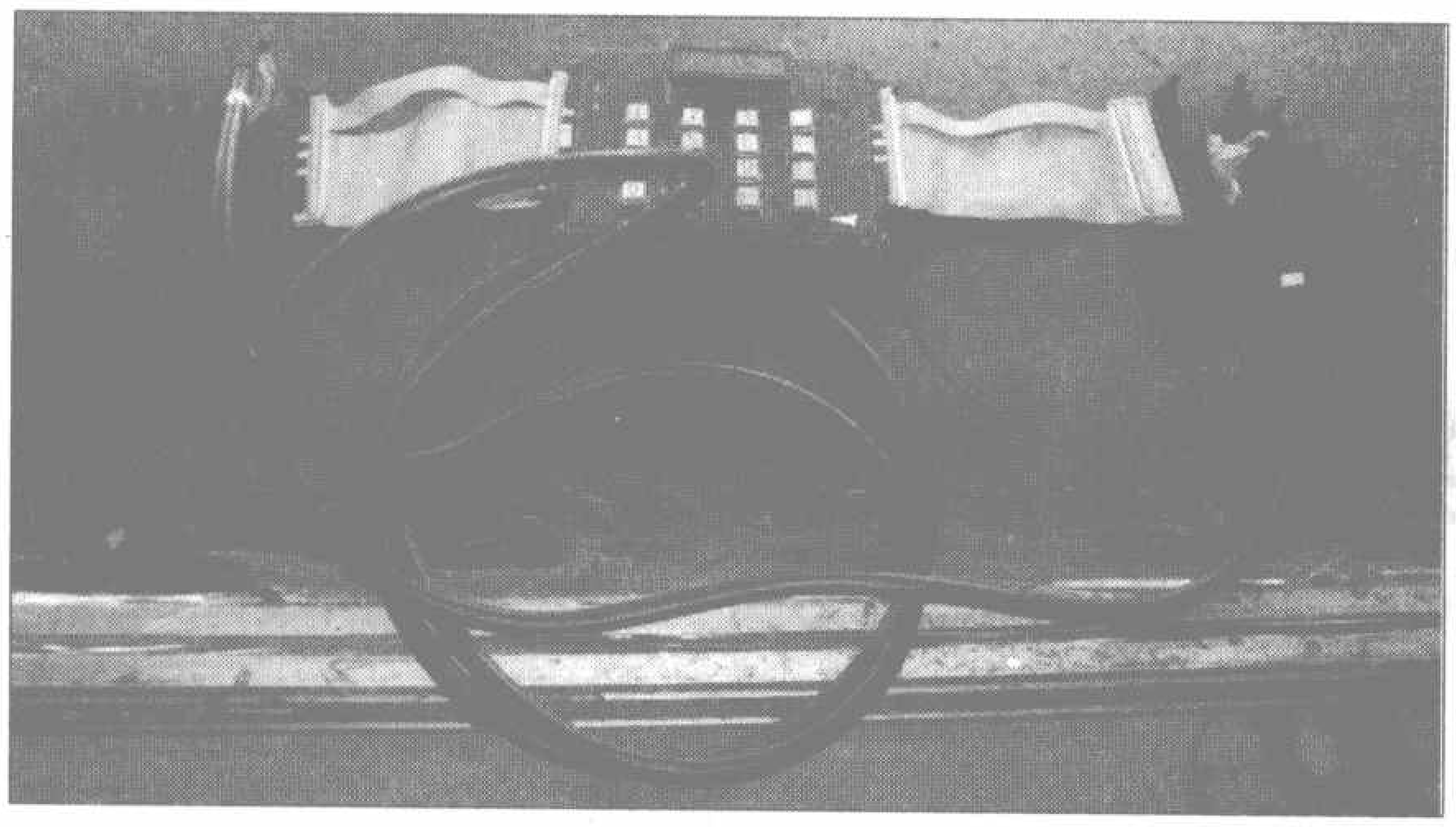


图1

状态来判断导线插接的连接性能，如RJ45头的检测；还有一种是采用专用的ICT检测装置来测试。前者适用的范围小，当导线数量超过20根以上，检测起来就比较麻烦，而后者由于设备投资成本一般在几万元左右，投资金额大，另外大型检测设备一般要借助电脑。为此本文提出了一种采用单片机设计的简易性全自动线束检测装置，电路设计简单，检测导线数量多，具有导线错误报警和中文提示，采用了电池和变压器的双重供电模式，特别适合车间现场进行线束检测。

设计原理

线束连结错误，会导致设备信号传输错误，从而导致设备不能正常工作，甚至会引起某些部件损坏，归纳其原因一般是由于操作人员、端子制作设备、端子等诸多原因

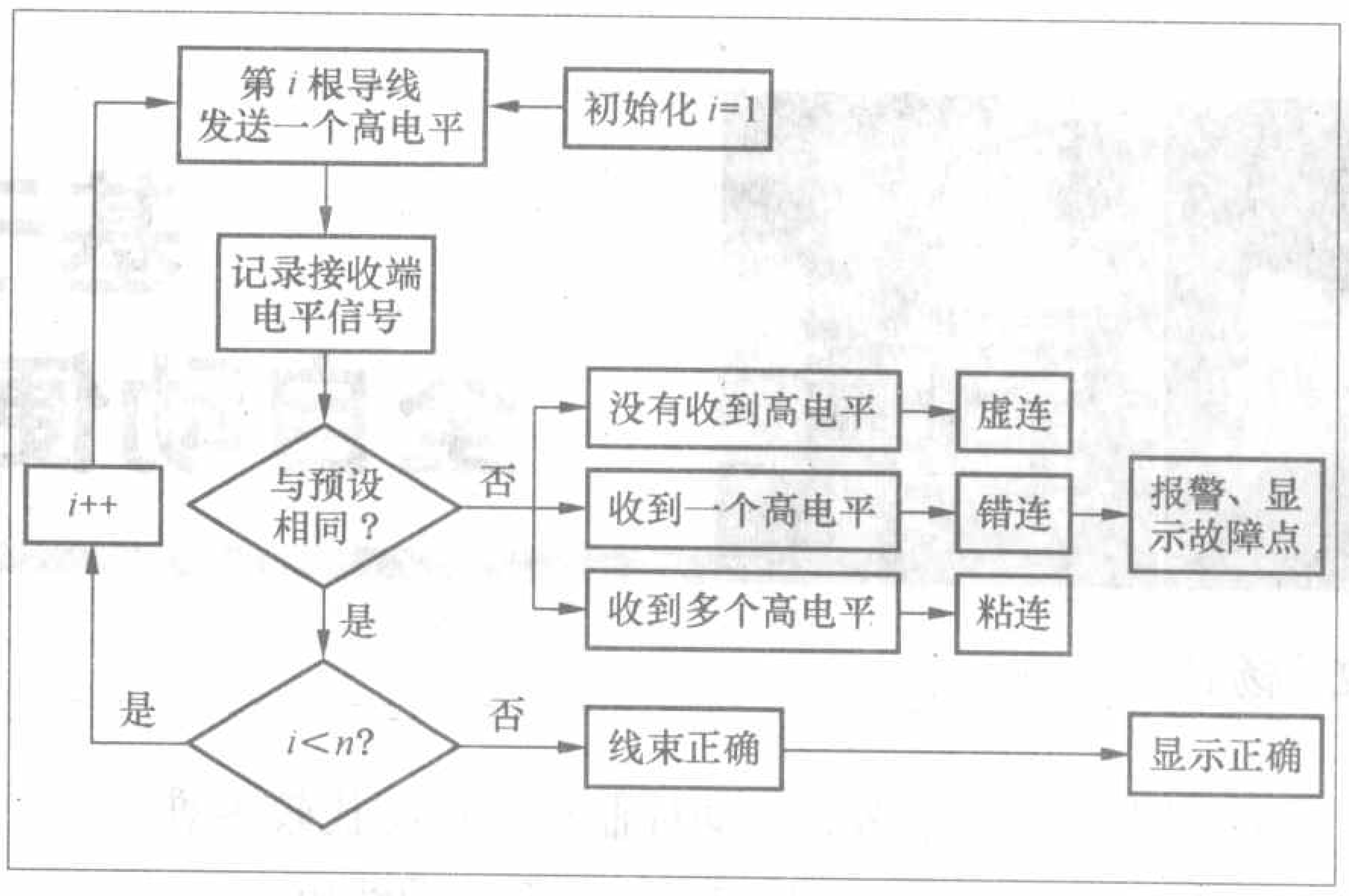


图3 检测原理

引起的。其表现出来的现象如图2所示，分为三类：错连、虚连（断路）和粘连（短路）。

根据线束连结的错误特性，必须要求设计出来的检测设备可以将三种情况分别对待，并给操作人员不同的报警和提示，从而加快现场检测人员对线束故障的迅速排除。假设现在线束中有n根导线组成，监测的原理是发射端同一时刻只让n根导线中的一根导线处于高电平状态，而另一个端口通过循环检测得到的电平来比对预设表中的参数，来判定导线连结的良好程度，具体的过程如图3所示。

电路设计

该检测装置AT89C55芯片作为主MCU，由于该芯片编程简单，性价比高，被广泛应用于工业控制领域，考虑到该监测机的通用性，预设表中的参数可以根据需要检测人员现场进行输入，并采用EEPROM来保存输入数据，采用中文界面配合16个按键输入，对于线束检测的结果采用液晶屏幕提示和蜂鸣器

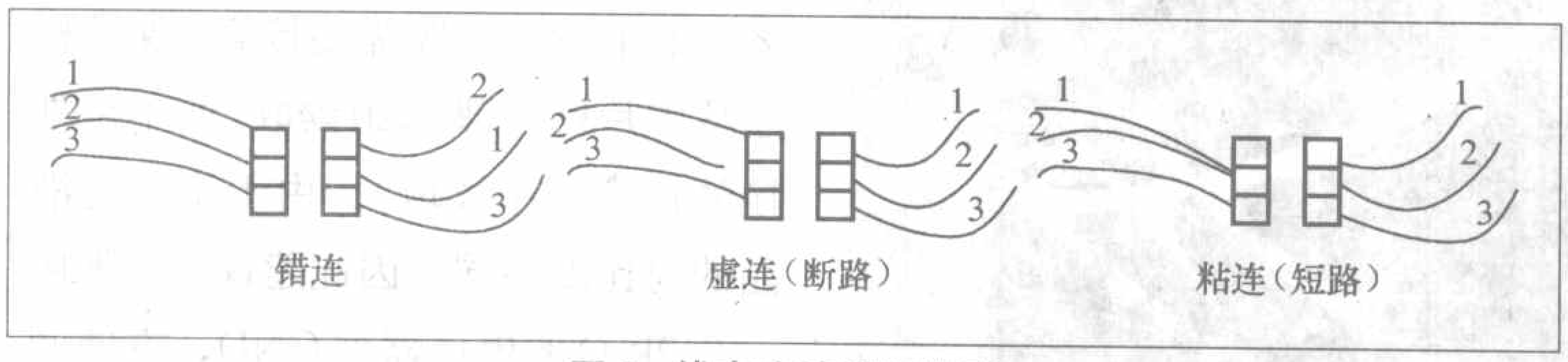


图2 线束连结错误类型

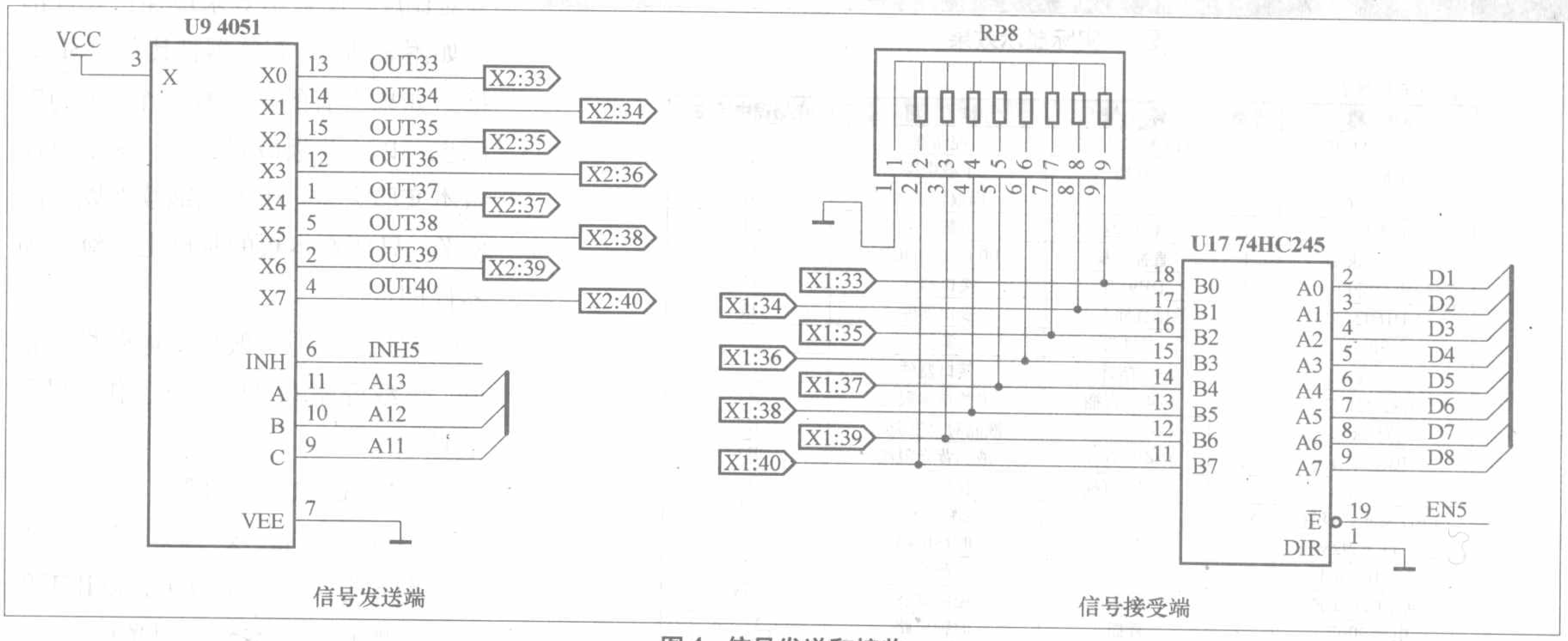


图4 信号发送和接收

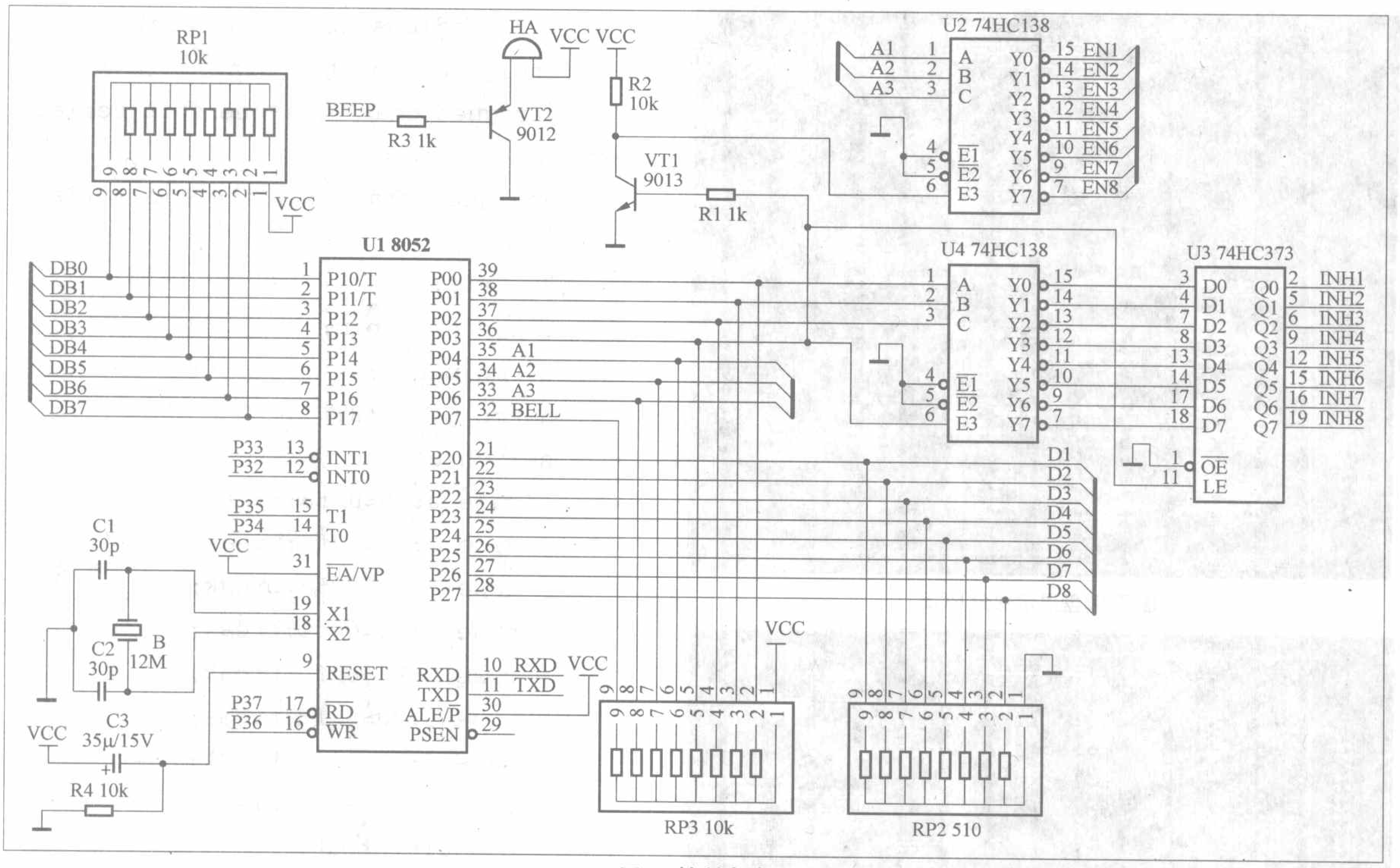


图5 控制电路

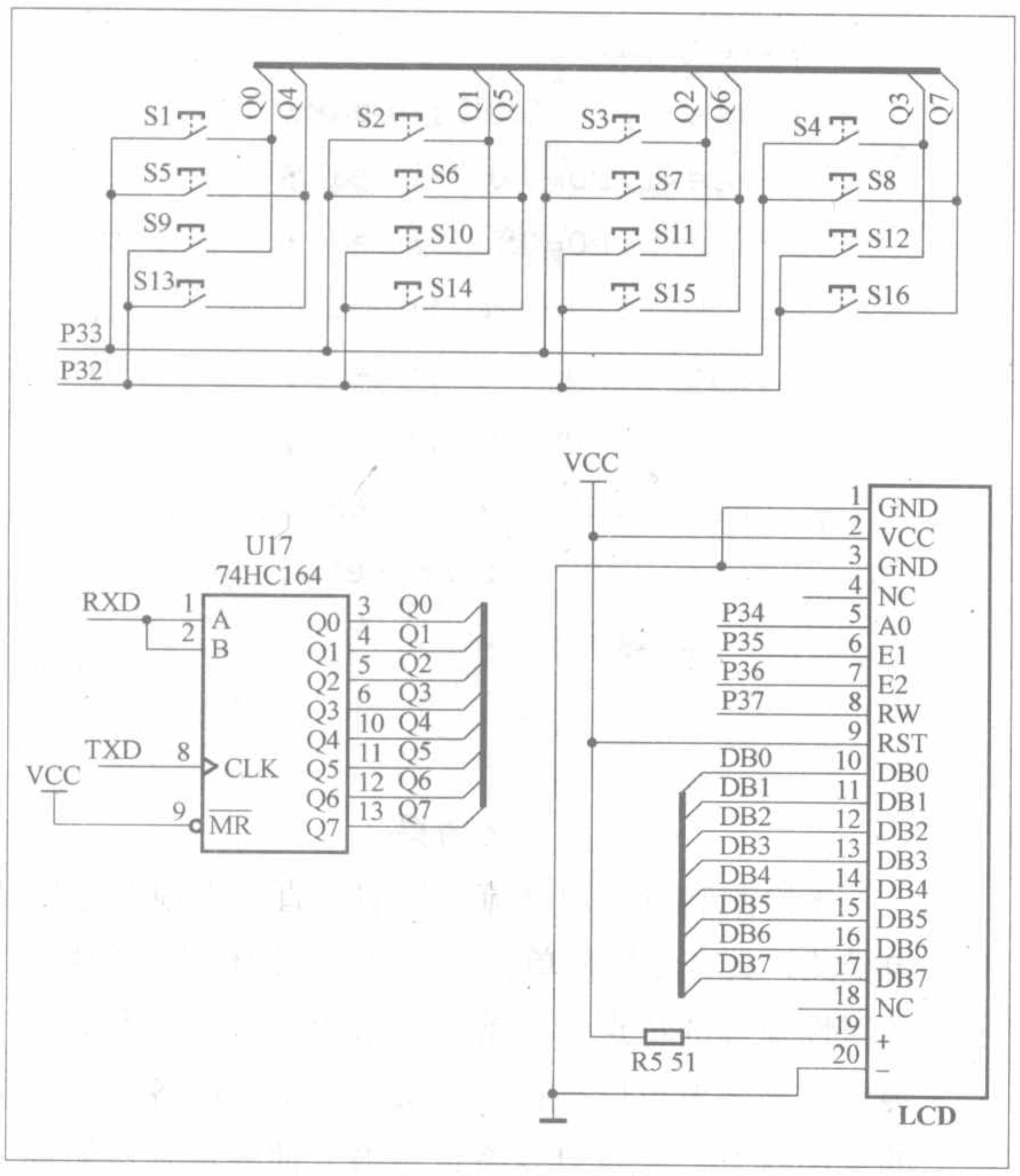


图6 键盘显示电路

报警输出相结合的模式，当线束连结正确时，屏幕显示连线正确，然后蜂鸣器长鸣一声，当线束连结有误时，屏幕显示具体的故障原因，然后短鸣两声，实践表明在检测现场采用该模式可以集中检测员的工作注意力，提高检测人员的工作效率。

1.电路硬件设计

该检测装置可以监测n<64的线束，由于AT89C55芯片只有32个I/O，不能满足公司要求检测60根一组的线束，此外信号发送端口只有8个，监测端只有8个，因此发送端采用了分时信号锁存技术，接收端采用分时取样和三态信号叠加技术，电路图见图4。

单片机控制电路如图5所示，其中74HC373用于锁存发射端的信号，配合74HC138选码电路，可以使单片机控制64路输出，如对于检测速度没有要求，也可根据实际需要继续扩展编码信号，接收端采用74HC245三态缓冲器，保证了8位口线的信号接收。

中文液晶显示电路如图6所示，考虑AT89C55的口线，采用74HC164的廉价的键盘扫描方式来检索用户数据的输入。

图7、图8分别为键盘显示部分和主机的印制电路板图。

2. 程序设计

该检测设备的程序带有电路自检功能，保证设备可以开机判断设备状态，对于输出的结果均采用液晶中文显示和蜂鸣器提示方式。详细的程序设计步骤如图9所示。

信号发送端的程序如下所示：

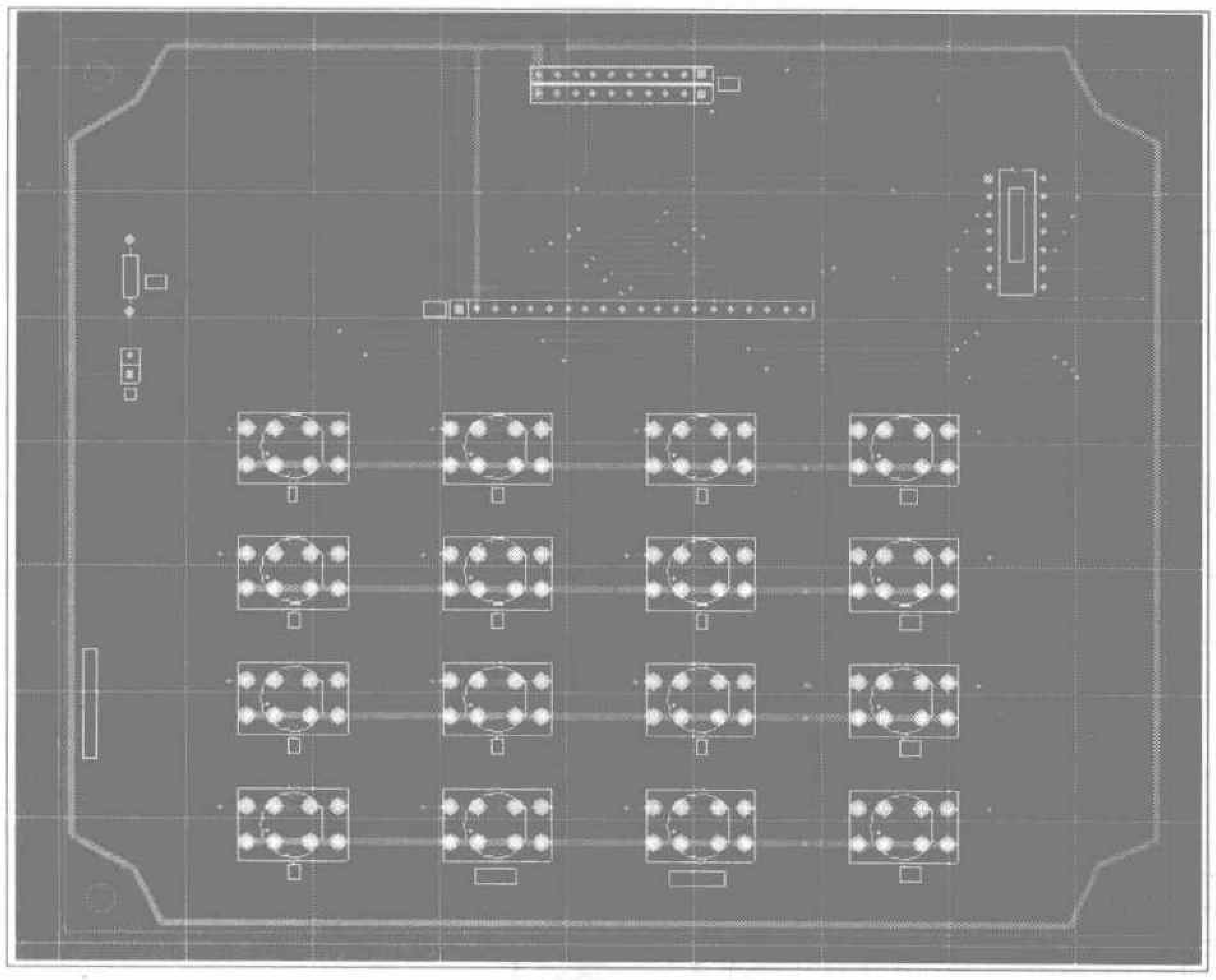


图7 键盘显示部分PCB

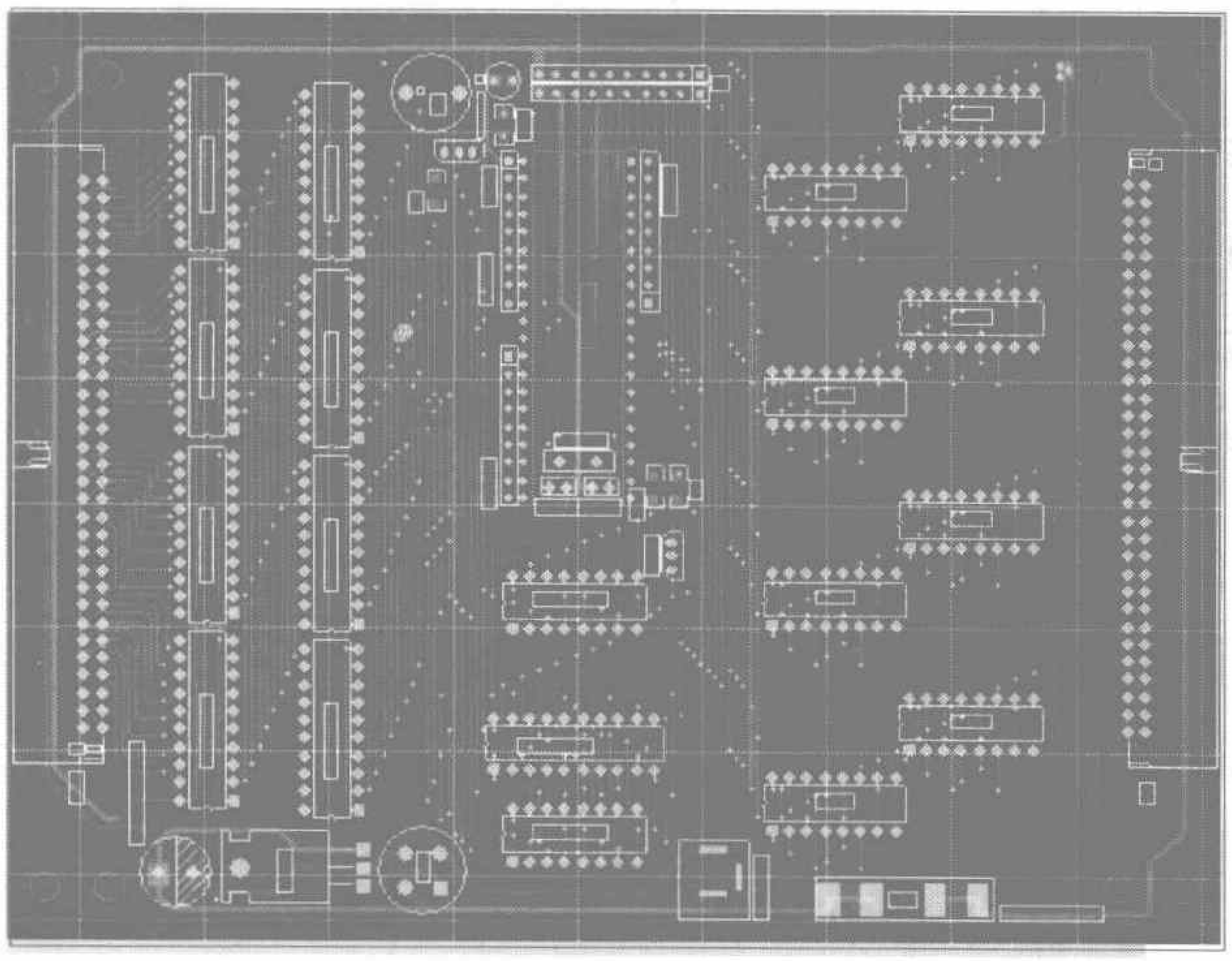


图8 主机PCB

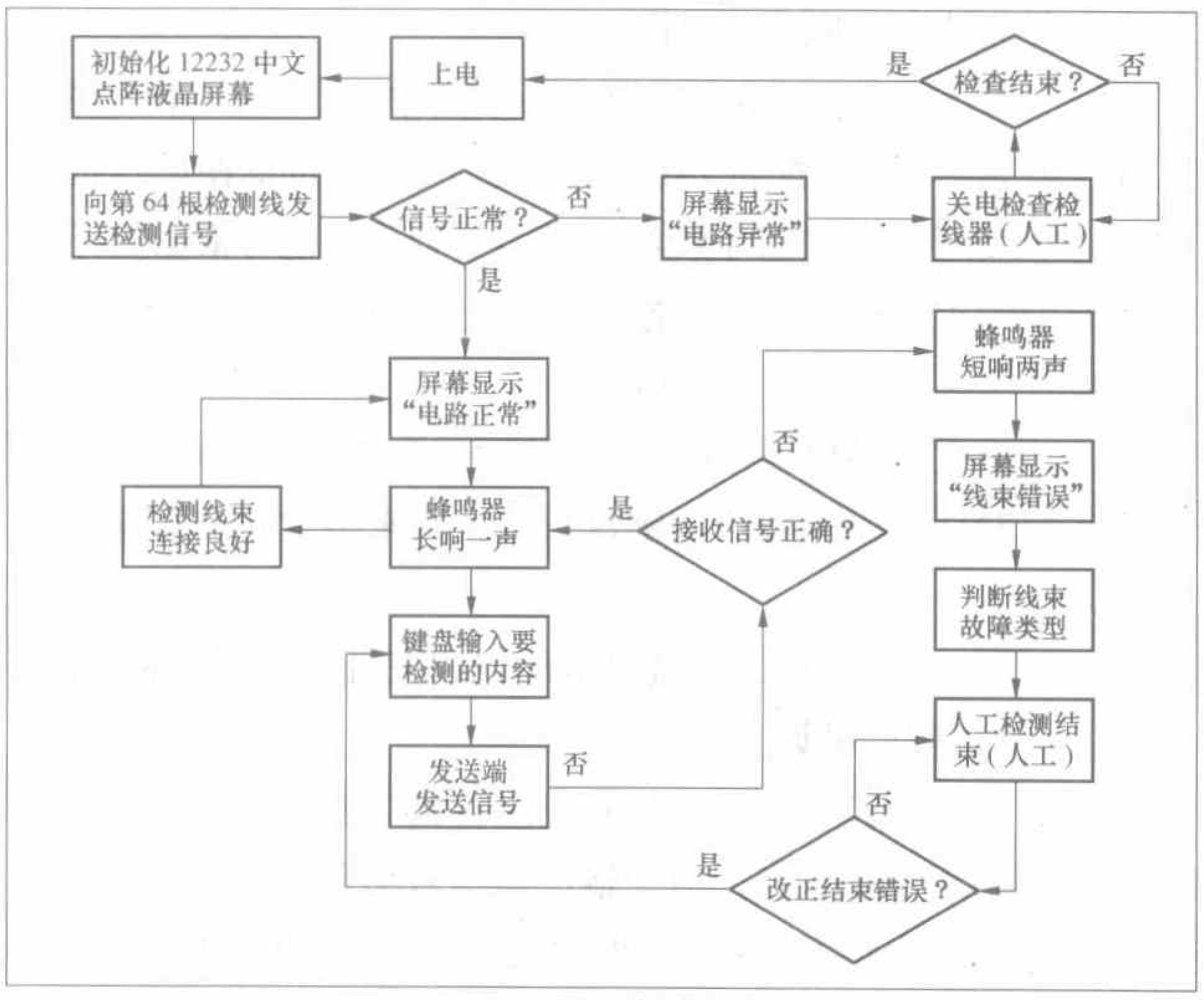


图9 程序流程

```
void send(unsigned char pin)
{unsigned char tmp_pin;
 unsigned char u; /*the chip serial number*/
 unsigned char n; /*the pin serial number*/
 P0=0xff;
 tmp_pin=64-pin;
 u=tmp_pin/8;
 n=tmp_pin-u*8;
 switch(u)
  {case 0:P0=0xf8;break;
   case 1:P0=0xf9;break;
   case 2:P0=0xfa;break;
   case 3:P0=0xfb;break;
   case 4:P0=0xfc;break;
   case 5:P0=0xfd;break;
   case 6:P0=0xfe;break;
   case 7:P0=0xff;break;
   default:break;
  }
 switch(n)
  {case 0:P0=0x87;break;
   case 1:P0=0xc7;break;
   case 2:P0=0xa7;break;
   case 3:P0=0xe7;break;
   case 4:P0=0x97;break;
   case 5:P0=0xd7;break;
   case 6:P0=0xb7;break;
   case 7:P0=0xf7;break;
   default:break;
  }
}
```

使用效果

该检测装置采用交流变压器和直流电池的双供电模式，具有结构简单、性能可靠、制作成本低廉、通用性强等的特点，目前为止市场上尚无此类检测装置。该装置可以根据工厂实际情况检测各种线束的连结状态，并且可以将设备很方便的带到检测现场使用。该检测设备已经在某公司生产现场使用了2年多，检测效果很好，可以缩短大量的人工检测时间。

采用12864液晶模块作显示的多功能锅炉控制器

文/乔晋兴 王 宁

现在，很多住宅小区和单位使用的取暖锅炉大多采用燃油、燃气和电加热锅炉为主。为了最大限度地节省能源，大家采取了许多措施。本文向大家推荐一种多功能锅炉定时控制器，它采用单片机控制，能够显示时间、温度、开机、关机、故障，设有定时和温度控制的多级设置系统，并有故障查询功能。可根据人们的起居习惯来设定运行和停止的时间间隔和次数。本系统可控制多种取暖电加热锅炉、燃气燃烧机组、燃油燃烧机组、压力燃气锅炉机组等机器 ，从而可以节约能源消耗，属环保产品。

本电路设计是单片机系统的液晶菜单显示的典型应用，运行界面如图1所示。它包含了12864LCD显示接口，键盘组成的人机交互接口，单总线接口的温度传感器芯片，和输出负载接口电路。本电路新颖、实用，深刻剖析了12864LCD液晶显示接口的驱动函数，是单片机爱好者学习液晶显示屏很好的参考资料。

多功能锅炉定时控制器的系统设计框图如图2所示。主要包括中央处理器CPU模块、时钟模块、键盘输入模块、复位电路模块、水位与压力检测模块、温度信号输入模块、指示灯和报警模块、驱动输出液晶模块、LCD显示电路模块。利用汉字液晶显示器显示状态的相关信息，并通过键盘方便地输入时间、温度、开机、关机、定时等数据进行设定。

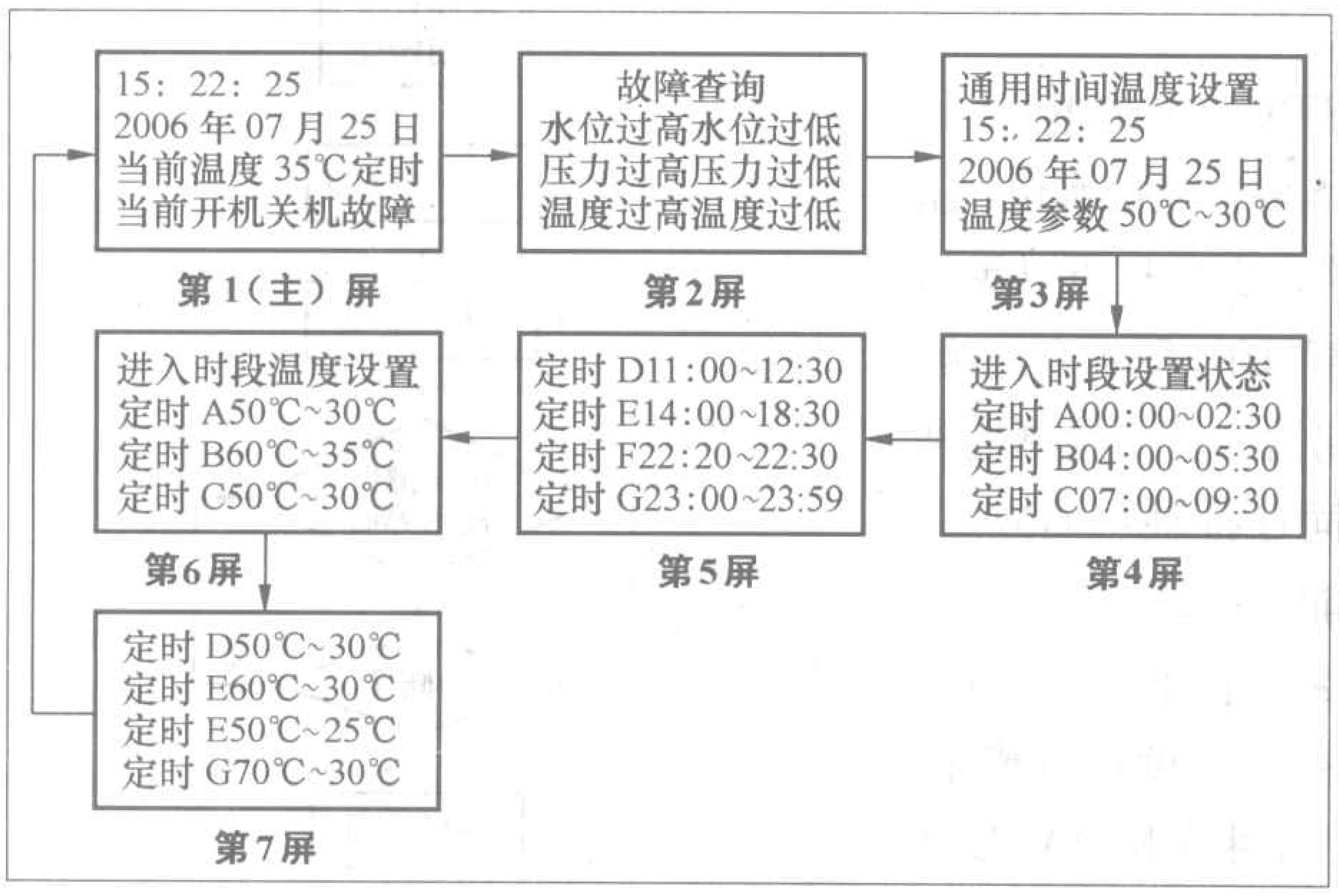


图1 液晶屏显示意图

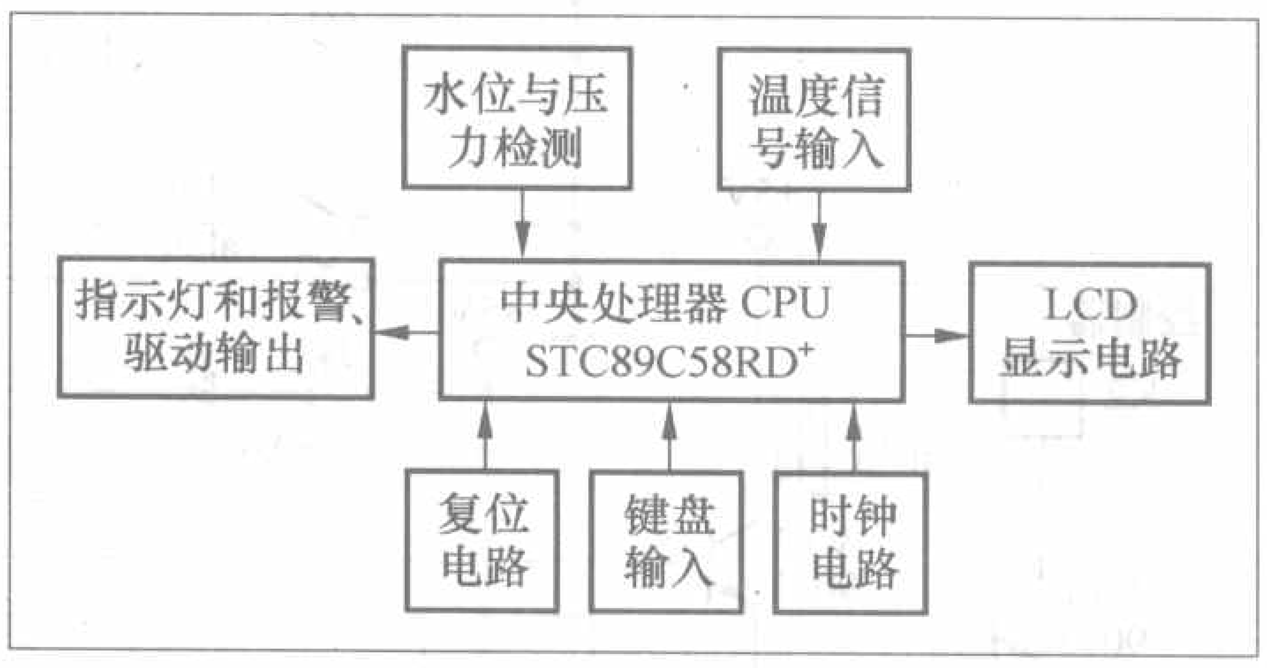


图2 电路方框图

电路设计

如图3电路原理所示，本电路采用8位单片机STC89C58RD+作为主控制芯片，用于数据处理、初值设定、显示控制等，单片机P0口用于液晶显示器显示相关信息的传递，P2.3~P2.7口用于控制信号（2个）、使能、读写、片选信号，P1.0、P1.1、P1.2口用于键盘输入设置，P1.4、P1.5口用于水位高低输入检测，P1.6 、P1.7口用于压力高低检测输入，P3.0口主要用于非定时运行绿色指示灯显示，P3.1口主要用于故障红色指示灯显示，P3.4口主要用于运行定时黄色指示灯显示，P3.2口主要用于报警，P3.3口主要用于控制输出（控制电加热锅炉、燃气燃烧机组、燃油燃烧机组和压力锅炉等设备），P2.0口主要用于补水信号输出。因此单片机系统资源得到充分利用。

1. 键盘电路

多功能锅炉定时控制器的系统设计主要有屏显翻页键P1.0、设置移位键P1.1、增加键P1.2，仅3个按键节约了单片机接口资源。

2. 显示电路

多功能锅炉定时控制器需要显示的信息较多，采用液晶12864点阵显示器，可以实现4行8个汉字（16×16）或16个字符（16×8）的数据显示，满足多数据显示要求。 第1屏即默认主屏显示当前时间的年、月、日、时、分、秒，当前温度显示、定时、开机、关机、故障的主屏显示；第2屏显示运行故障的具体情况，如温度过高、温度过低、压力过高、压力过低、水位过高、水位过低；第3屏显示通用参数，如可设定时间的年、月、日、小时、分钟，及非定时状态下的温度，可以进行按键设置确认；第4、5屏显示定时时段时间设置，如第1次开关机时段0:00~1:30，第2次开关机时段4:00~6:00……第7次开关机时段23:00~23:45；第6、7屏显示定时时段温度设置，如第1次开关机时段60℃~30℃，第2次开关机时段55℃~

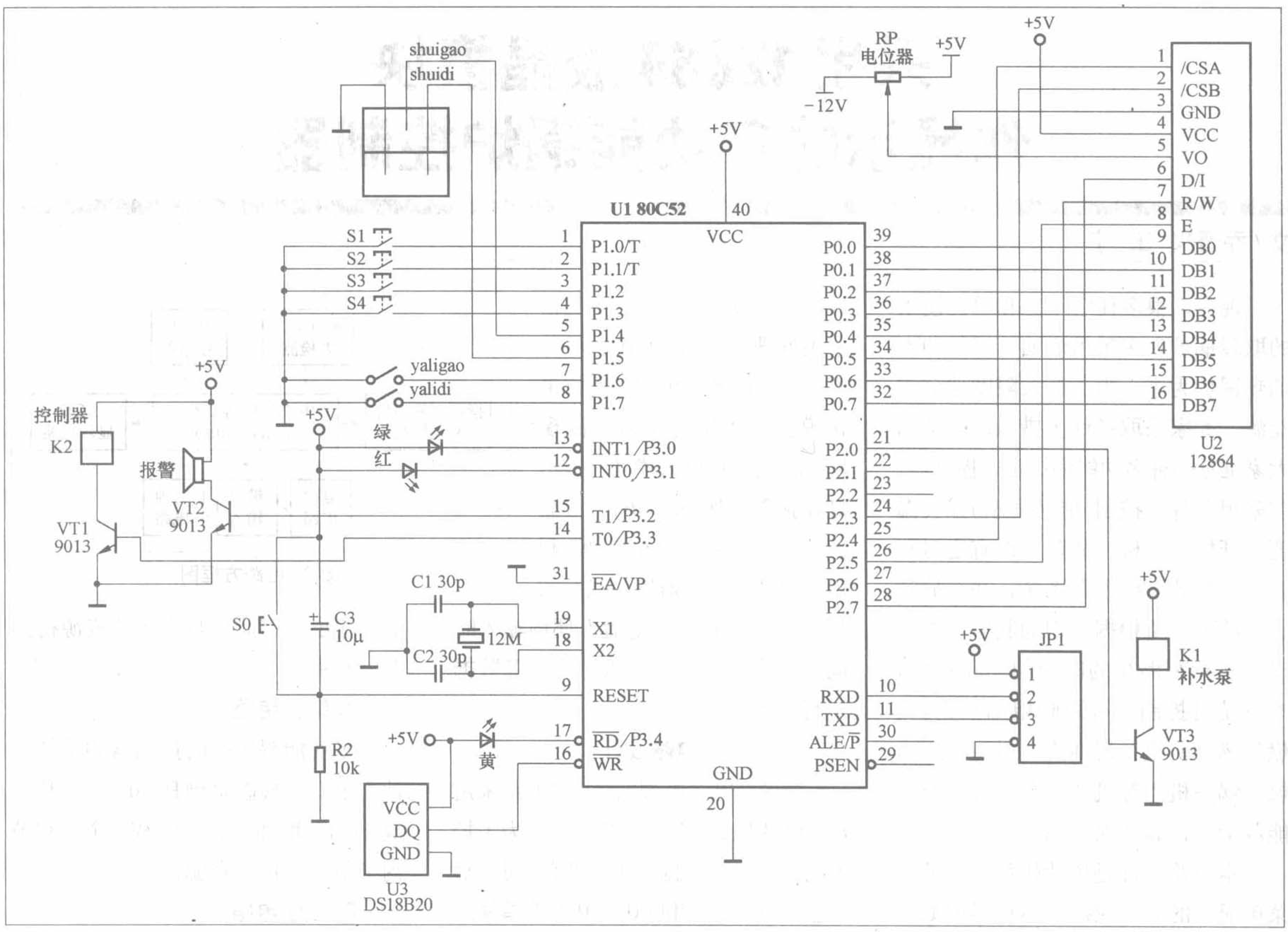


图3　电路原理图

30℃……第7次开关机时段53℃～35℃。液晶屏显的示意图见图1。本文只设定了7个时段，定时时段可设置更多个时段，以满足不同要求。

3. 时间发生电路

由于多功能锅炉定时控制器对时间要求精确程度不高，我们利用单片机的定时器1作为50ms时间发生器作为基准，20次累加秒进1计数方式产生时间的年、月、日、时、分、秒。

4. 存储电路

本系统采用单片机STC89C58RD+，其内部32KB的FLASH大容量程序存储器和内部1KB的SRAM数据存储器，完全能够满足本系统电路程序和数据存储的要求。系统运行速度快，并且简化了电路设计、缩小了印制电路板的体积，降低了产品成本。单片机STC89C58RD+是深圳宏晶科技公司代理的STC系列大容量单片机产品，其指令和引脚与51系列完全兼容，它应用ISP在线编程，实现串行接口下载程序数据，STC产品具有超强的抗干扰能力，特别适合于工业控制类产品的设计应用。

5. 水位、压力与温度信号输入检测电路

主控单片机STC89C58RD+的P1.4~P1.7、P3.5接口连接水位、压力与温度开关电路，在这里可以灵活应用短路片与断路片的不同组合连接，实现外接水位控制器、压力控制器和温度控制器的不同连接触点的应用，这是本系统多功能设计的目的所在。本文为简化系统引用了流行的DS18B20单总线数字温度计传感器，DS18B20系列芯片是由美国DALLAS公司推出的一种单片集成温度传感器。它具有体积小，接口简单和使用方便等优点。采用单总线接口的数字温度计，测试温度范围为−55℃～+125℃，精度可达0.0675℃，最大转换时间为200ms。

6. 指示与控制输出

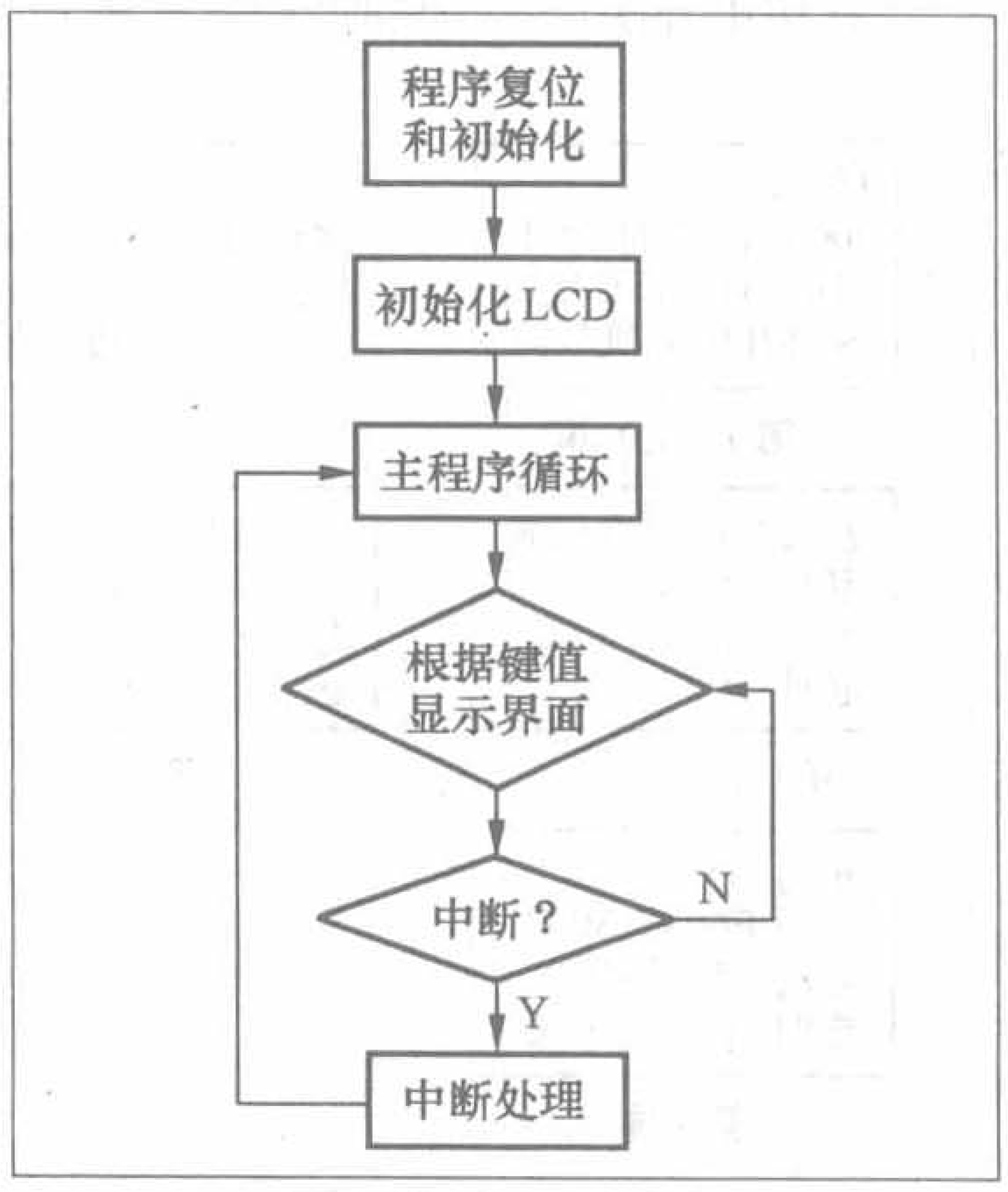


图4　主程序流程图

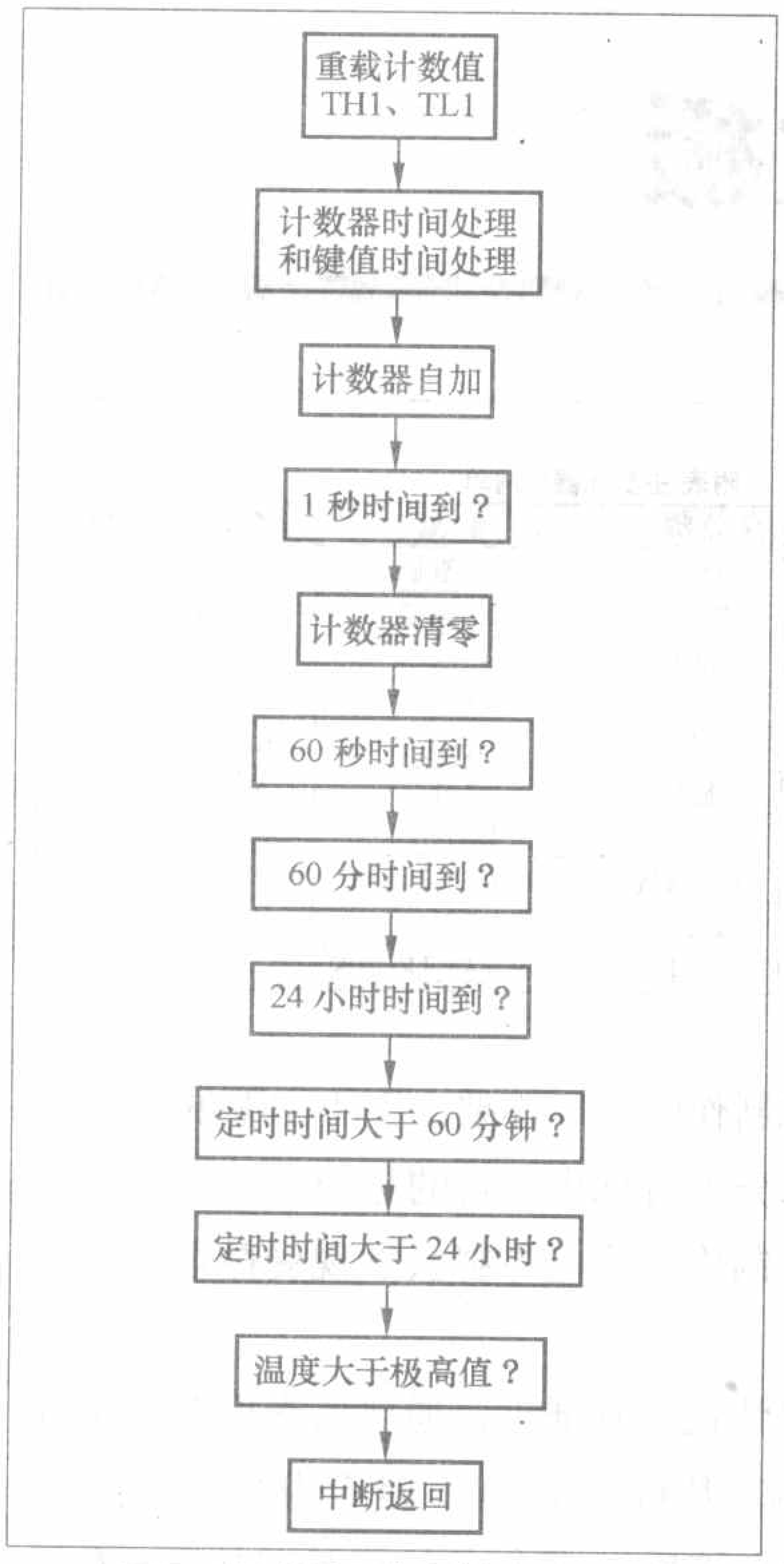


图5　定时器1中断处理流程图

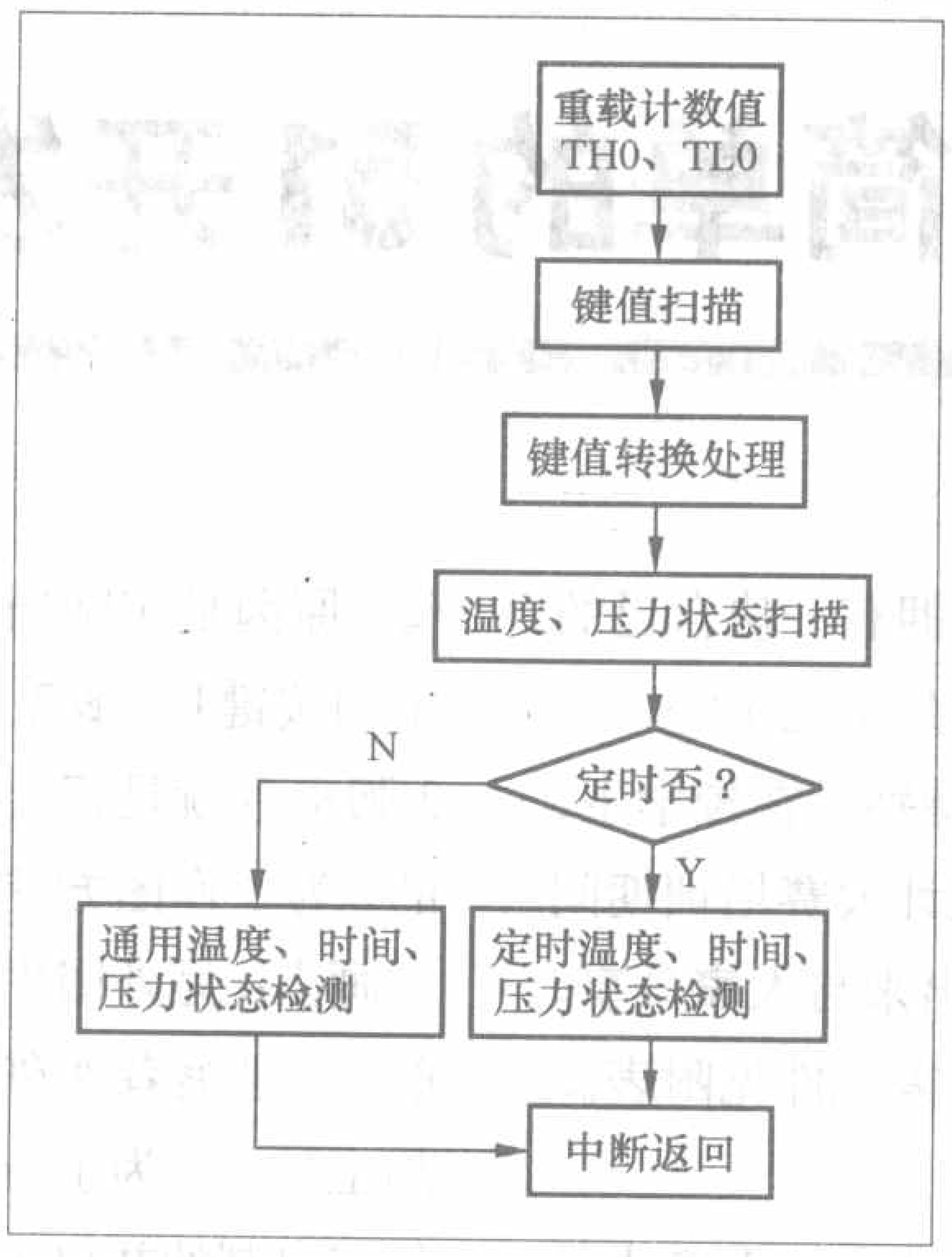


图6　定时器0中断处理流程图

单片机的P3.0～P3.3、P2.0接口连接指示灯和负载即锅炉控制继电器、补水泵控制继电器，与水位、压力与温度信号输入检测电路组成闭环自动控制系统。启动和停止时还会有轻轻的蜂鸣声，故障时会发出警报声响。

软件设计

多功能锅炉定时控制器电路的主流程图见图4，定时中断处理流程图见图5、图6。

程序采用模块化、结构化设计。并采用了软件抗干扰技术，其软件的可靠性好，可维护性强，其程序模块有：

1.主程序

初始化设置和循环扫描显示上电、设置状态和采样数据转换显示。

2.定时中断处理程序

定时中断处理完成菜单程序设置、采样数据处理、定时时间处理、到点工作程序控制输出。

本文介绍的多功能锅炉定时控制器已被多家锅炉制造公司引用，实践证明它稳定可靠、抗干扰性强，体积小，成本低廉，适于产品化及批量化生产，具有良好的应用前景。现在把产品的模块程序放在本期配刊光盘中提供给大家，供大家参考交流。

《无线电》杂志社推荐书目

品牌推荐　89488　《无线电》2001–2005年合订本（2CD-ROM）　邮购价：40元／套

新书上架

书号	书名	邮购价
15709	看图学修电磁炉	26元／本
15940	实用无线电遥控电路	34元／本
15693	怎样识别和选用集成电路	22元／本
15515	电动自行车电气故障诊断与维修	17元／本

畅销图书

书号	书名	邮购价
15129	触摸屏与PLC入门	35元／本
15195	监控组态软件和PLC入门	37元／本
15231	新编电工实用线路200例	20元／本
14091	《无线电》家电维修精汇	35元／本
14021	无线电问与答精汇	41元／本
13545	无线电制作精汇（2）	38元／本
13544	无线电元器件精汇（第2版）	38元／本
13424	无线电识图与电路故障分析轻松入门(第二版)	35元／本
13435	无线电元器件检测与修理技术轻松入门(第二版)	35元／本
14260	例说8051	39元／本
15197	零起步轻松学电子测量仪器	22元／本
15127	数字电视知识解读	28元／本
14781	图解电力拖动系统电路	22元／本
15615	怎样识别和检测电子元器件	23元／本
14427	怎样看数字电路图	23元／本
12537	看图学电工技能	34元／本
12337	电子节能灯与电子镇流器的原理和制造	32元／本
11814	识读无线电电路图快速入门	26元／本
11826	彩色电视机单元电路应用与维修手册	44元／本
11819	无线电遥控组件及其应用电路	26元／本
12263	通用集成电路的选择和使用	25元／本
06131	怎样看无线电电路图(修订本)	17元／本

强势品牌

书号	书名	邮购价
2–75	《无线电》杂志及增刊	
	2003–2006年第1～12期，2007年第1～12期	6.8元／本
9020052	《无线电》2005年增刊	28元／本
2003年增刊	大屏幕显示器电路解说及维修方法	28元／本
2002年增刊	国产彩色电视机电路解说及维修资料	25元／本
2001年增刊	进口彩色电视机维修资料	28元／本
2000年增刊		6元／本
	《无线电》合订本	
14164	2005年上册	28元／本
14165	2005年下册	28元／本
12887	2004年上册	28元／本
11940	2003年上册	28元／本
11854	《无线电》2006年合订本上册	28元／本
11855	《无线电》2006年合订本下册	28元／本
82–590	《高保真音响》	
	2003–2005年部分期，2006年第1～12期，2007年第1～12期	15元／本
9020021	《高保真音响》2002年增刊	28元／本

光盘产品

书号	名称	邮购价
89497	长虹最新彩电电路图集（2CD-ROM）	40元／套
2399	创维最新彩电电路图集（CD-ROM）	40元／套
788024	5.1声道DVD质量样版试机碟（1DVD）	38元／盘
68147	国内外名厂扬声器资料汇萃（CD-ROM）	40元／套
00010	《高保真音响》1994–1998年合订本（4CD-ROM）	110元／套
010013	新型彩色电视机原理与维修（15VCD）	300元／套
0030910	VCD/DVD视盘机原理与维修技术讲座（10VCD）	200元／套
040038	最新打印机工作原理及检修（4VCD）	80元／套
990006	彩色电视机实用维修技术（8VCD）	144元／套
990004	冰箱实用维修技术（4VCD）	72元／套
020015	空调器实用维修技术（6VCD）	108元／套

邮购方法：请将购书款汇至北京市南区崇文区夕照寺街14号A座，收款人：《无线电》杂志社，邮编：100061，请在汇款单附言中注明书号及册数（如购买杂志请注明年份及期数，如要挂号购买杂志请另加3元挂号费），联系电话：(010)67134097–24。

自制简单的51开发板

文/陆东旭 甄钊博

相信对于许多的单片机爱好者，都想拥有一块自己的开发板，市场上开发板的价格从几百元到几千元不等，一般低档次的都要百元以上，对于初学者，特别是在校学生，这是一笔不小的数目。笔者在暑假电子设计大赛培训期间做了一块51系统板，感觉挺实用，因此拿出来与大家分享，希望对单片机初学者有所帮助。该电路所需元件见附表。

电路原理

电路原理图如图1所示，P0口外接一排8×1kΩ上拉电阻与1602字符型液晶屏的数据线相连，P2.5、P2.6、P2.7与1602字符型液晶屏的3位控制线相连，两者组成系统的显示部分；P1口与16个按键开关相连，组成4×4行列式键盘，作为系统的输入部分；J4与RS232相连用于与电脑串行通信；J1将P3.0、P3.1引出用于多机通信；J5、J6将单片机各引脚引出，方便扩展使用；S17为复位开关，VD1、VD2为复位和电源指示灯。

PCB制作及注意事项

PCB布局与布线如图2所示，黑线部分为底层，白线部分为顶层，覆铜部分为底层地。本电路板设计的为单面板，采用热转印法制作，为了制作可靠，电路中线宽都设置在1mm左右，焊盘孔径都设置在2mm×2mm左右。注意的是P2.5、P2.6、P2.7与液晶屏3根控制线通过6个焊盘用白色的顶层线相连，底层板制作完成后，在安装元件的那一面加3根跳线即可；4×4键盘按键中的白线可以不管，原因是实际当中的按键1、4脚2、3脚本身就是相连的，为了作图方便才画上；另外图中的J7是笔者额外加上的，是为了方便与自制的并口下载线接口相连，读者制作时可以不要，图中主要的元件符号已经标明，其余部分没有标出，目的是为了让有心的读者在制作时多想想，制作完成时你将会发现受益很多。

附表 主要元器件清单

名称	参数	封装	个数
RS232	双列直插	DIP16	1
AT89S52	双列直插	DIP40	1
排阻	8×1kΩ	SIP9	1
插排	20针	SIP20	2
插座	16孔	SIP16	1
插排	2针	SIP2	2
晶振	12MHz	XTAL1	1
4腿按键	1.5cm×1.5cm	KEY	17
DB头	9针	DB9Z	1
其余电阻、电容等元件见原理图			

1.硬件调试

安装完毕后，单片机先别插上，通电后看电源指示灯VD2是否亮，并检测单片机管座VCC是否为5V，确定后再装上单片机（注意别接反）；将复位按键K17按下，看复位指示灯VD1是否亮，如亮则单片机工作正常，如不亮则检查单片机ALE脚是否有脉冲信号、晶振是否正常工作。一般只要这两项没有问题制作都能够成功。制作的成品图如图3所示。

2.键盘程序

笔者在完成该作品时实现的第一个功能就是键盘输入，液晶显示。为了减少篇幅，在此只介绍笔

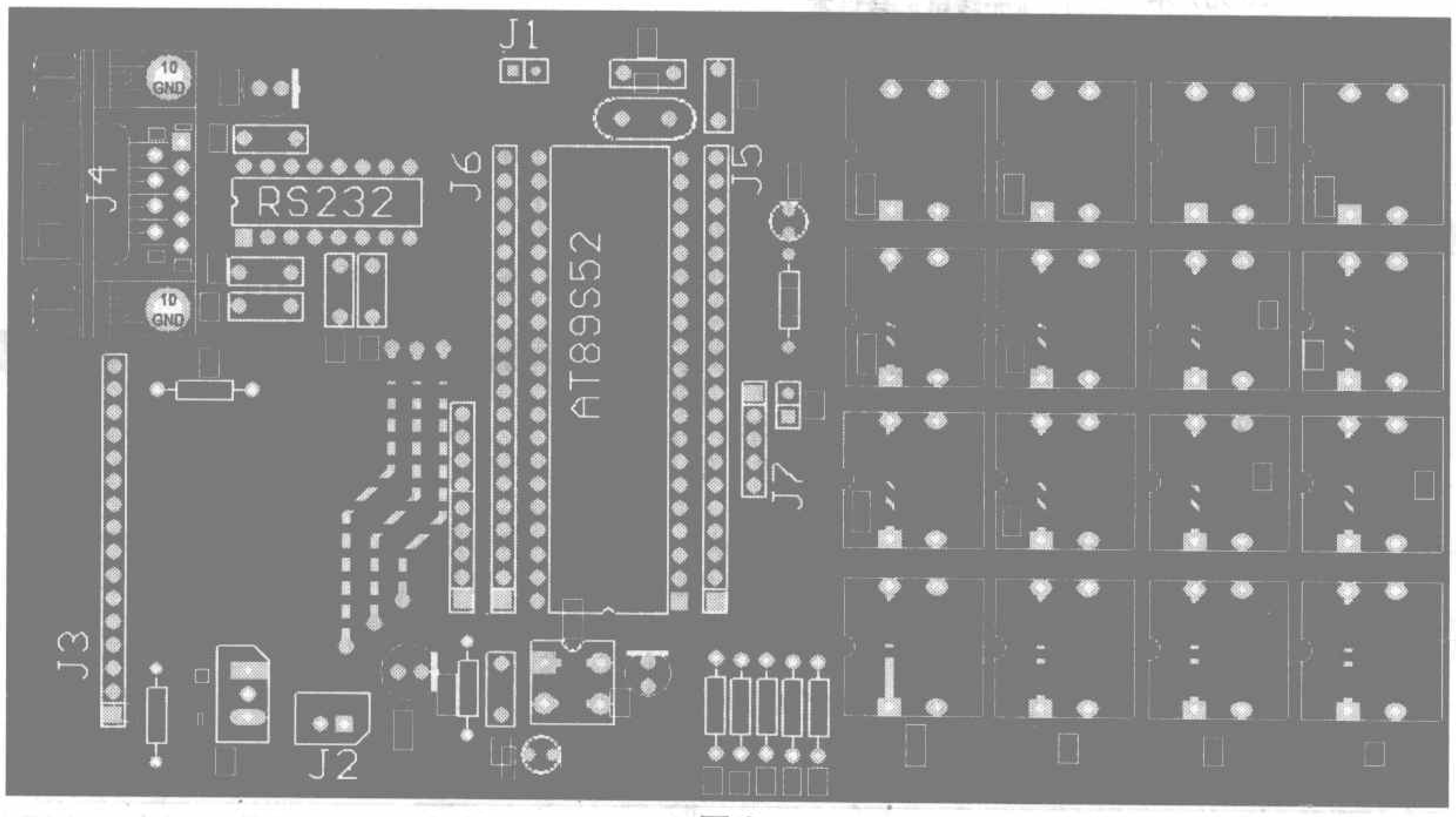


图2

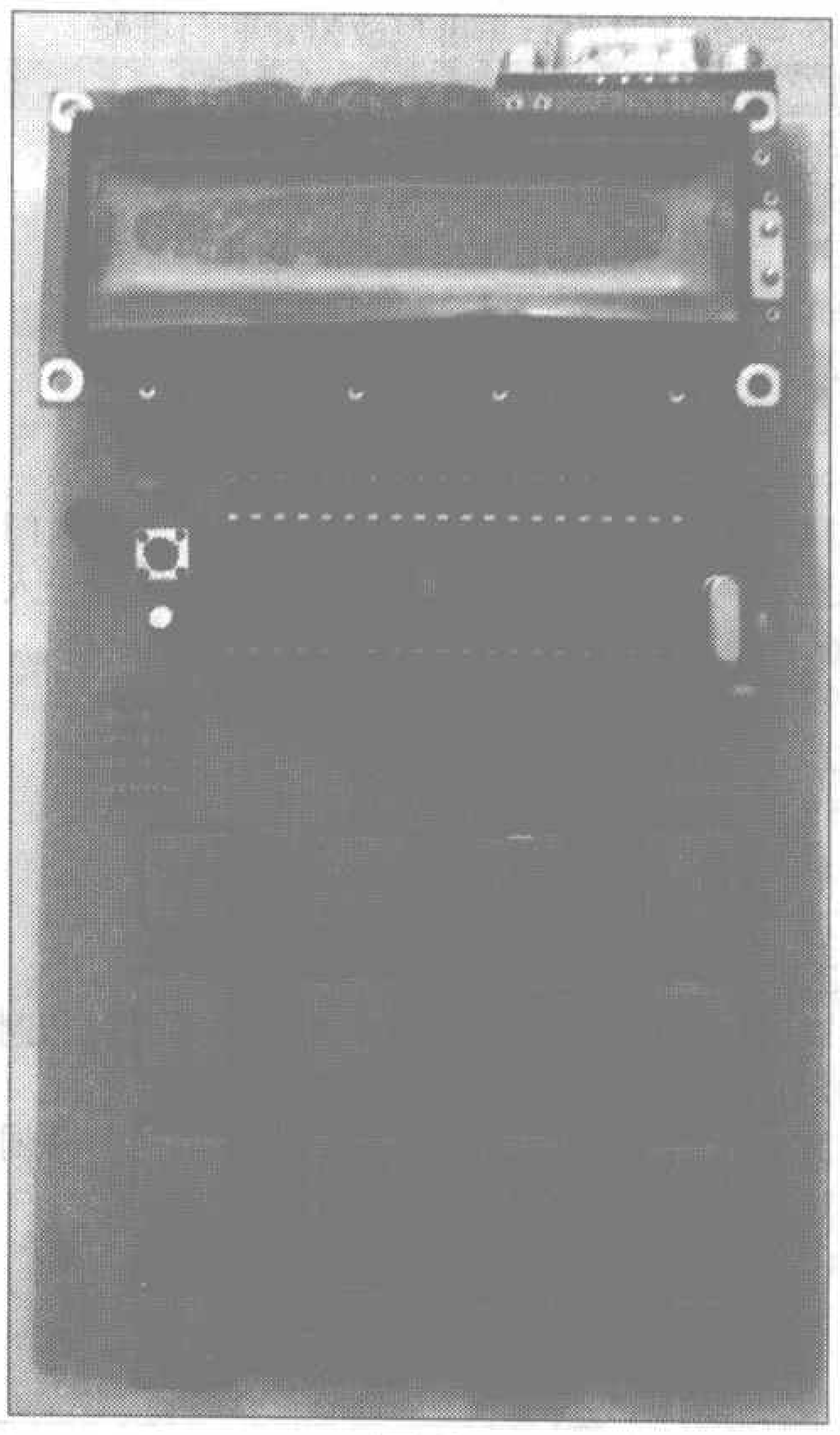


图3

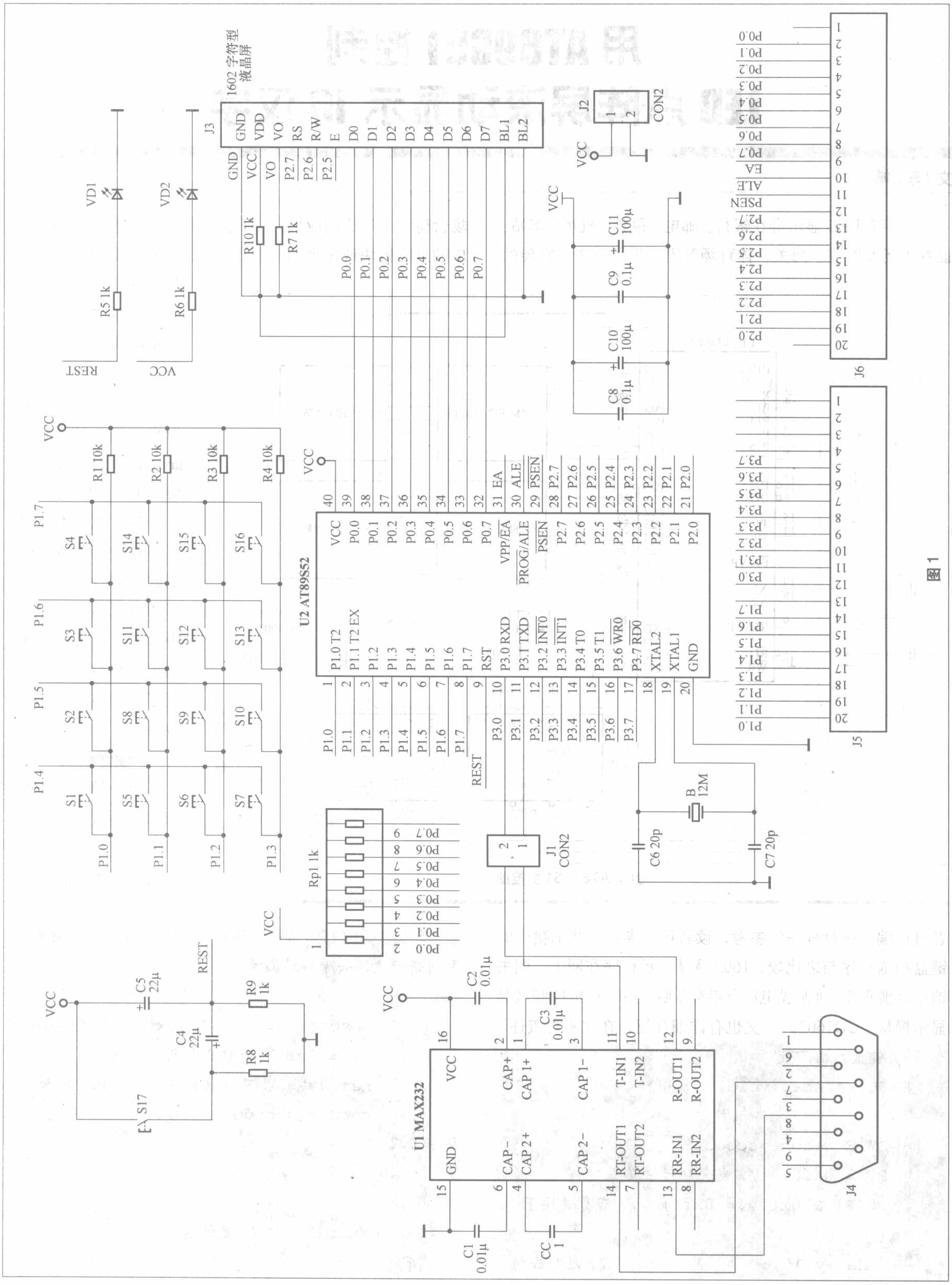

1602 字符型液晶屏
J3
GND VDD VO RS R/W E D0 D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 BL1 BL2
VD1
VD2
R5 1k
R6 1k
R10 1k
R7 1k
REST
VCC
J2
CON2
C11 100μ
C9 0.1μ
C10 100μ
C8 0.1μ
J6
J5
R1 10k
R2 10k
R3 10k
R4 10k
S1 S2 S3 S4 S5 S6 S7 S8 S9 S10 S11 S12 S13 S14 S15 S16
U2 AT89S52
Rp1 1k
J1
CON2
B 12M
C6 20p
C7 20p
C5 22μ
C4 22μ
R9 1k
R8 1k
S17
U1 MAX232
C1 0.01μ
C2 0.01μ
C3 0.01μ
CC 1
J4

图1

用AT89S51控制LED点阵屏滚动显示16汉字

文/李 靖

近年来LED显示屏在银行、邮电、税务、机场、车站、证券市场及医院、海关、体育场等需要进行公告、宣传的场合得到了广泛的应用。LED点阵屏是利用发光二极管构成的点阵模块或像素单元组成的大面积显示屏幕，以可靠性高、使用寿命长、环境适应能力强、价格性能比高、使用成本低等特点，在短短的十来年中，迅速成长为平板显示的主流产品，在信息显示领域得到了广泛的应用。

本文利用AT89S51作为MCU，完成了16 × 256点阵屏的16汉字显示，其中每个汉字由16 × 16的单元模块组成，实现了汉字的滚动显示效果。

硬件组成

硬件原理图如图1所示，选用AT89S51作为MCU，因为该芯片具有ISP功能，即In

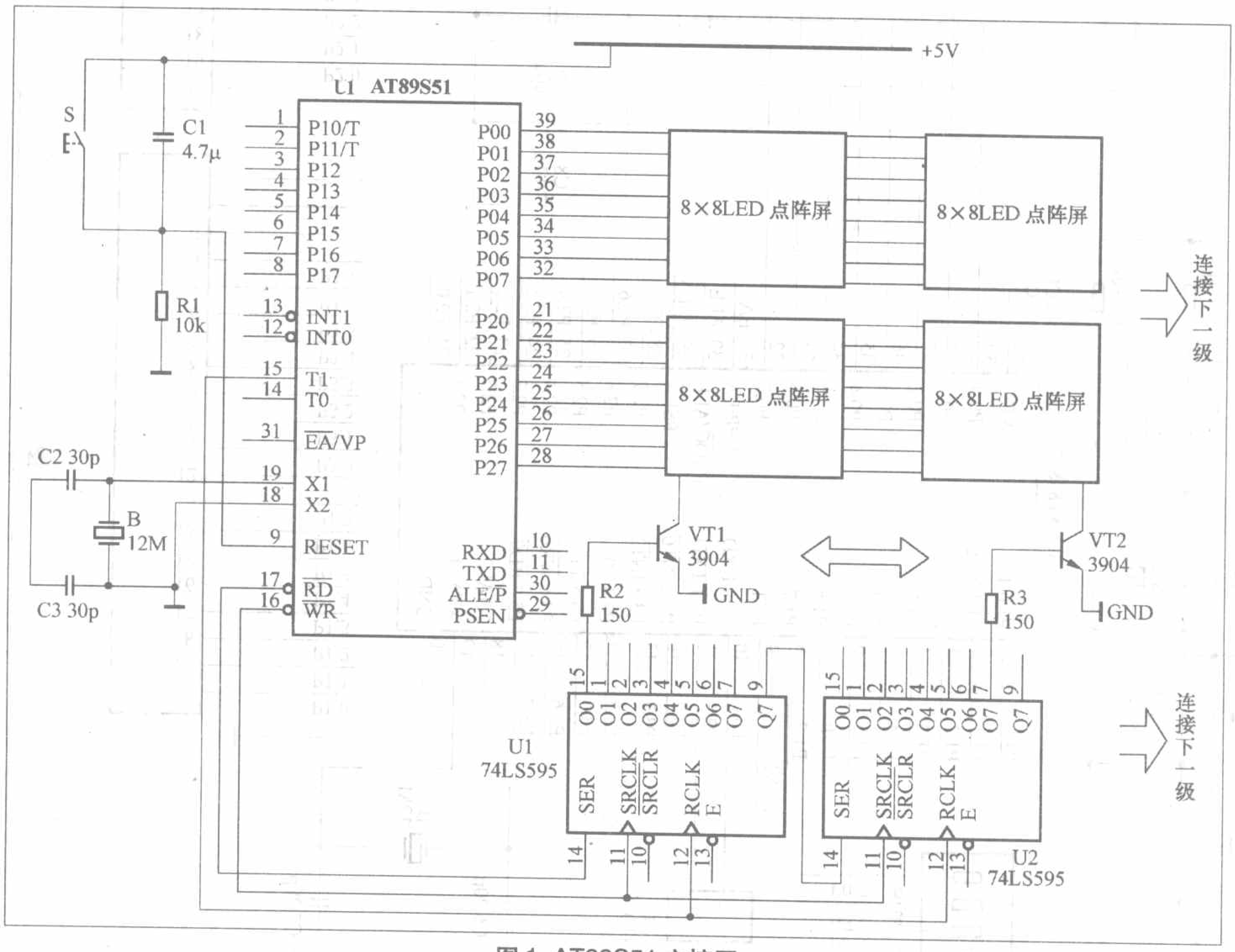


图1 AT89S51主控图

者自己编的键盘程序供参考，读者可以参考一些书籍中的键盘扫描程序与之比较，1602液晶显示程序在网上、图书馆中资源很多，《无线电》今年第3期《用单片机控制液晶显示模块LCD1602》一文也有详细介绍，在此不再赘述。

```
//键盘扫描函数
BYTE keyscan(void)
{
  BYTE recode,sccode;
  P1 = 0xf0;  //发全0行扫描码
  if(P1 & 0xf0 != 0xf0)  //若有键按下
  {
   delay(10);                //延时去抖
      if((P1 & 0xf0) != 0xf0)   //延时后再判断一次，去除抖动影响
      {
       sccode = (~P1)& 0xf0; //保存列码
      P1 = 0x0f;//发全0列扫描码
      recode = (~P1)&0x0f;  //保存行码
      return(sccode+ recode);   //返回特征字节码
      }
    }
  return(0);  //无键返回
}
```

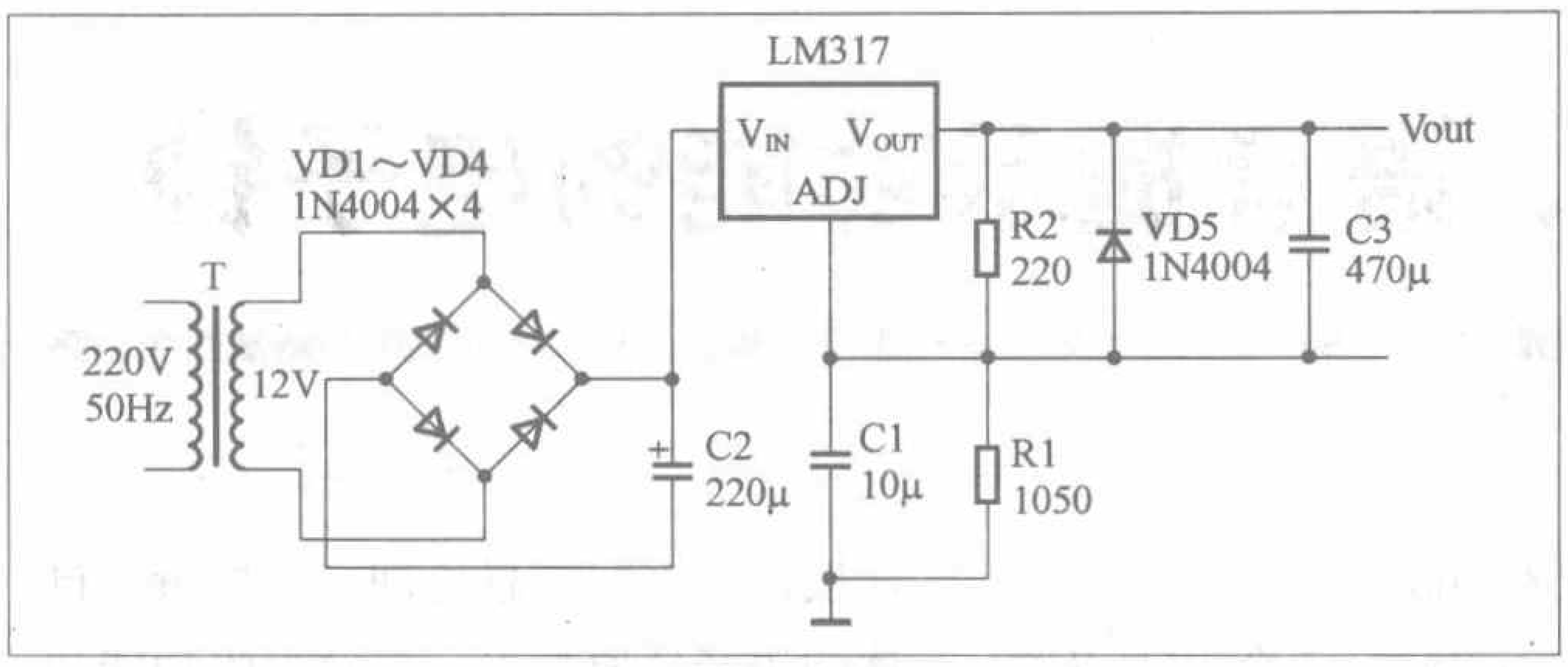


图2 +5V电压产生模块

System Programable（在系统编程），这使得只要有根ISP下载线就能在单片机应用系统板上进行编程，无需拔下芯片插入编程器，在现场改变程序时比较方便。AT89S51的P0和P2作为数据输出口，每个输出端口外接一个三极管来提高驱动能力。复位电路采取上电复位和手动复位两种。16×16点阵屏是由4块8×8的点阵屏焊接而成，74LS595用来实现“列”选通。

图2为+5V电压产生电路图，220V交流电经过桥式整流，电容滤波后，得到直流电压接在LM317的输入端。LM317是三端可调集成稳压器，可以实现1.25V～37V连续可调电压，输出电压值由R1和R2的比值决定。由于AT89S51需要+5V供电，因此R1选择200Ω，R2选择1050Ω，可以输出+5V。

P0和P2作为数据输出口，每次输出16位数据，其中汉字的编码按照16×16点阵汉字库程序提取，采用竖排，如图3所示。

这里选用“王”字来说明，它的显示效果如图4所示。

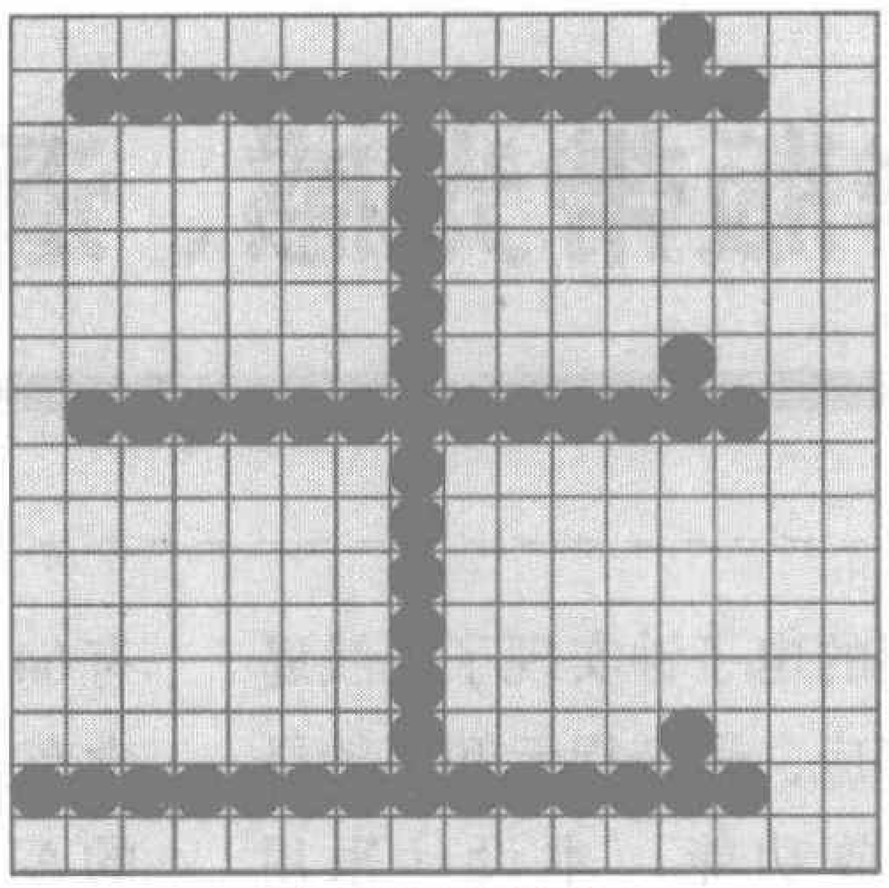


图4 汉字显示图

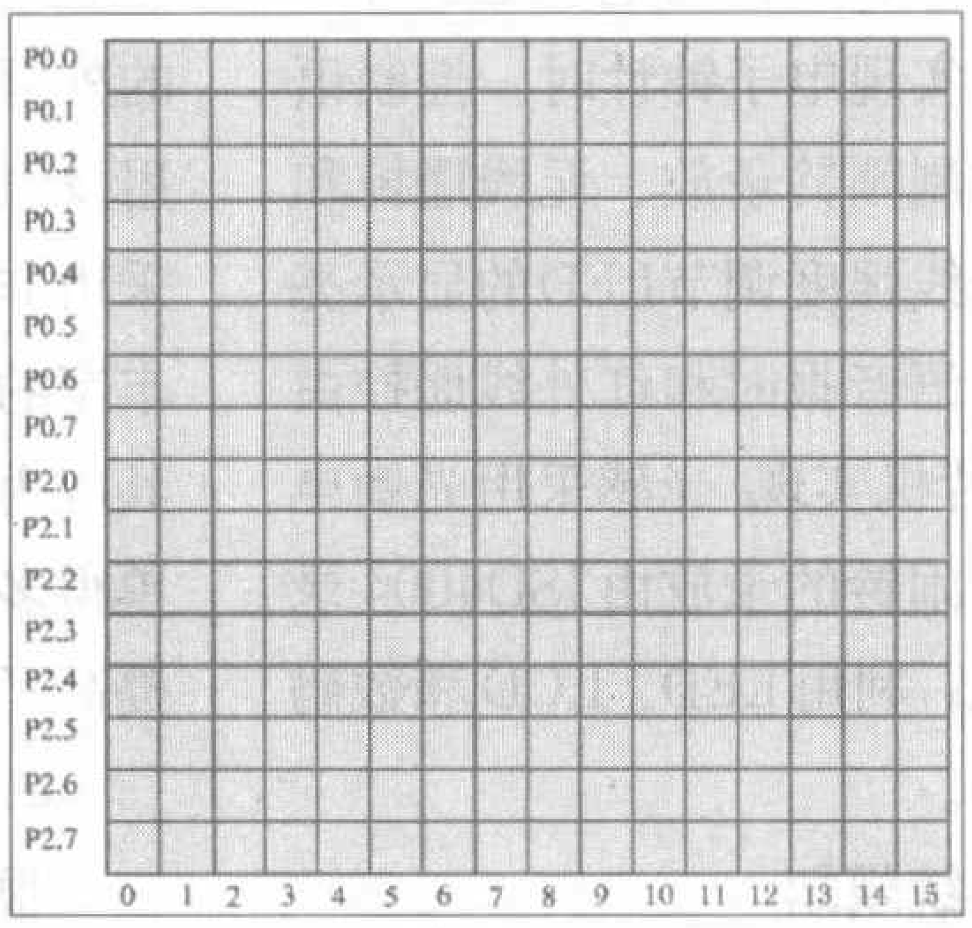


图5 选通示意图

对于“王”字，P0和P2先输出第0列的两个字节，如图5所示，然后将第0列选通，这样第0列的16位数据显示在点阵屏上，接着P0和P2再输出第1列的两个字节，将第1列选通，第1列的16位数据显示在点阵屏上；同理当16列依次扫描完毕，“王”字就显示在点阵屏上了。如果要显示16个汉字，P0和P2按照上述输出对应的字节，然后依次选通该列就行。

图3 汉字编码提取图

16个汉字需要256个纵向扫描信号，低电平有效，一屏显示完全需要扫描256次，由32个74LS595来提供纵向扫描；74LS595是串行输入，8位并行输出移位寄存器，初始时74LS595的输出全部置“1”，然后将“0”信号从左向右移动256位为一个扫描周期，如果扫描时间控制得当，这样16个汉字就没有闪烁感。

要实现汉字的向左流动，在下一个扫描周期里，P0和P2中的数据起始地址都增加两个字节，相当于整屏汉字向左移动一位，然后扫描完成一个周期；如果P0和P2的起始地址按照上述依次增加，屏幕就会持续不断的有汉字向左流动，实现了滚动显示效果。源程序见本期配刊光盘，修改R6可以改变滚动的速度。

豪华版带光感、遥控、语音提示功能的电子钟

文/赖伯秋

本文介绍的电子钟实现了无线遥控、光强度感应、语音提示和闹铃录音、语音播放功能。本设计采用LPC2132微处理器作为整个电子钟的控制核心，实现电子钟计时、控制语音报时、控制闹铃录放、无线遥控和根据外界光线强度调节LED的显示亮度等功能。语音报时和红外线遥控由佑华4位单片机实现；光感采用光敏电阻来实现；闹铃的录放由ISD4004录音芯片实现；利用LED、LCD和数码管显示时间。

一、系统规划

系统可以划分为控制部分和信号输入及检测部分。其中控制部分包括：控制器模块，佑华4位机模块，显示模块，计时模块，语音报时模块和闹铃录放模块；信号检测部分：无线接收模块，光强度感应模块。

系统模块框图如图1所示。

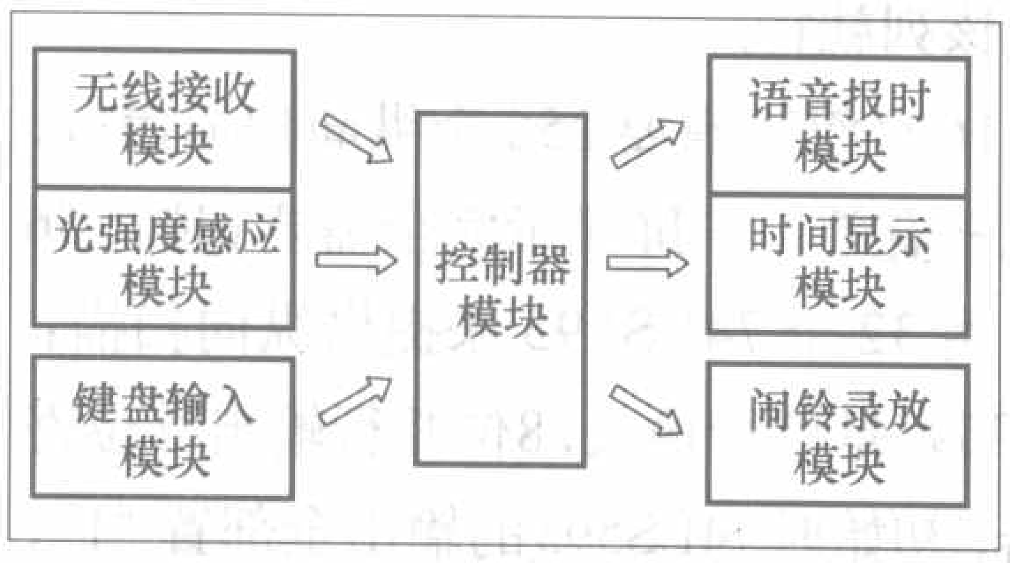


图1 系统模块框图

二、各种模块的选择

1.控制器模块

根据题目要求，控制器主要用于实现控制显示时间、控制语音报时、控制铃声录放和实现密码设置与权限保护等功能。

采用PHILIPS公司的LPC2132微处理器作为系统的控制器。LPC2132系列是基于一个支持实时仿真和跟踪的16/32位ARM7TDMI-S CPU，带有64k字节嵌入的高速Flash存储器。含有多个32位定时器、1个10位8路的ADC、10位DAC、PWM通道、47个GPIO以及多达9个边沿或电平触发的外部中断，特别适用于工业控制应用及医疗系统。ARM7TDMI-S CPU采用非常小的64脚封装、极低的功耗、丰富的IO口。由于LPC2132的特性使其应用的电路及外设较于AT89S51简单得多，有利于电路的焊接，大大地提高了系统的可靠性。

2.无线遥控模块

根据要求遥控器可用于参数设置，且遥控距离大于5米，所以要有良好的无线接收和发射模块。

采用佑华4位单片机本身具有的红外发射功能自已制作遥控模块。该4位机以红外线作为遥控信号，无辐射，利于人体健康；其控制速度也较快；且其价格较PT2262这些现成的遥控模块低，同时该4位机还有音频处理功能，使其能够发出声音或播放音乐。

3.光线强度感应模块

由于系统要实现由感应外部光线强度来自动调节LED数码管的显示亮度，所以要有光敏元件，此处我们从电路简单和价格等各方面因素考虑，我们选用了光敏电阻来实现这个功能。

4.语音报时模块

由于佑华4位单片机同时是带声音和音乐播放功能的微处理器，具有很强的声音处理和合成功能。因此本设计采用该处理器来制作语音报时模块。

5.闹铃录放模块

采用ISD公司的ISD4004语音芯片。ISD4004有内置微控制器串行通信接口、多段信息处理、高质量、自然的语音还原技术、自动静噪功能和片内免调整时钟，可选用外部时钟等功能。芯片采用多电平直接模拟量存储技术，每个采样值直接存贮在片内闪烁存贮器中，因此能够非常真实、自然地再现语音、音乐、音调和效果声，避免了一般固体录音电路因量化和压缩造成的量化噪声和“金属声”。采样频率可为4.0，5.3，6.4，8.0kHz，频率越低，录放时间越长，而音质则有所下降，片内信息存于Flash存储器中，可在断电情况下保存100年，反复录音10万次。ISD4004-8可以录音的时间长度为8分钟，已经远远满足题目要求的5分钟的要求。且其单片价格为65元，这比使用ISD2560的成本低。

三、系统的硬件设计与实现及相关分析

1.系统硬件的基本组成部分

本设计是一个集光、声、电于一体的设计。在本设计中根据所要实现功能的要求，系统可以划分为控制部分和信号输入及检测部分。其中控制部分包括：LPC2132微处理器模块，LED数码管显示模块，语音报时模块，闹铃录放模块；信号输入及检测模块包括：键盘模块，红外发射与接收模块，光强度感应模块。该系统以比较完善的嵌入式单片机微型计算机技术设计作为技术设计核心，从实用，制作较简单，应用较广泛的角度考虑，为一个切实可行的低成本、性能可靠的设计应用。

系统的硬件框图如图2所示。

2.主要单元电路的设计

(1) LPC2132 **微处理器模块**

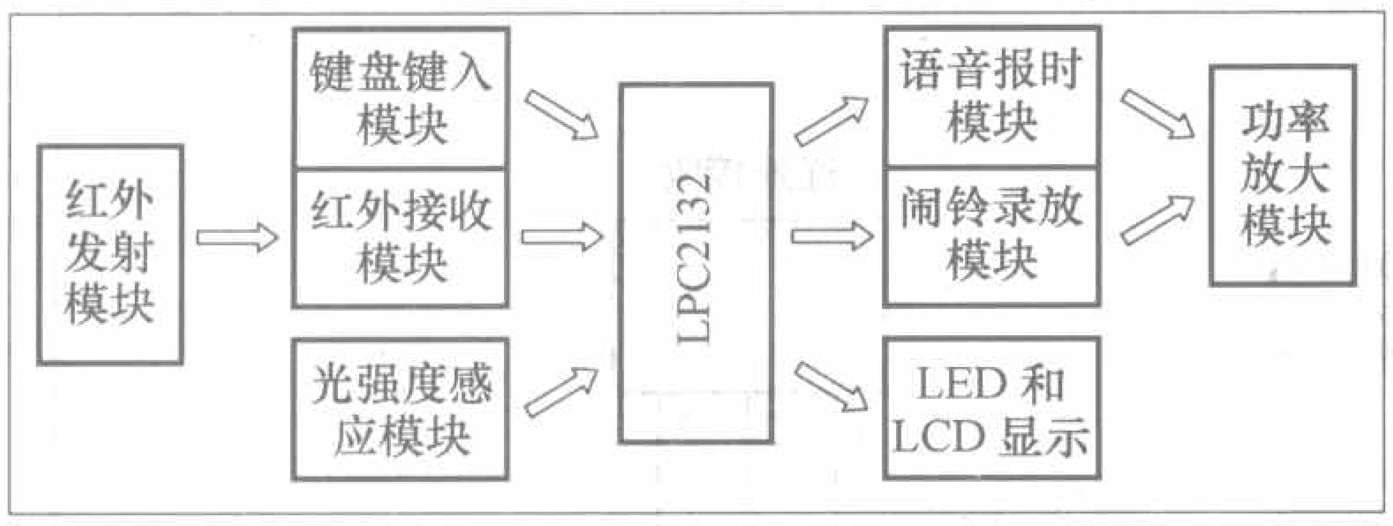


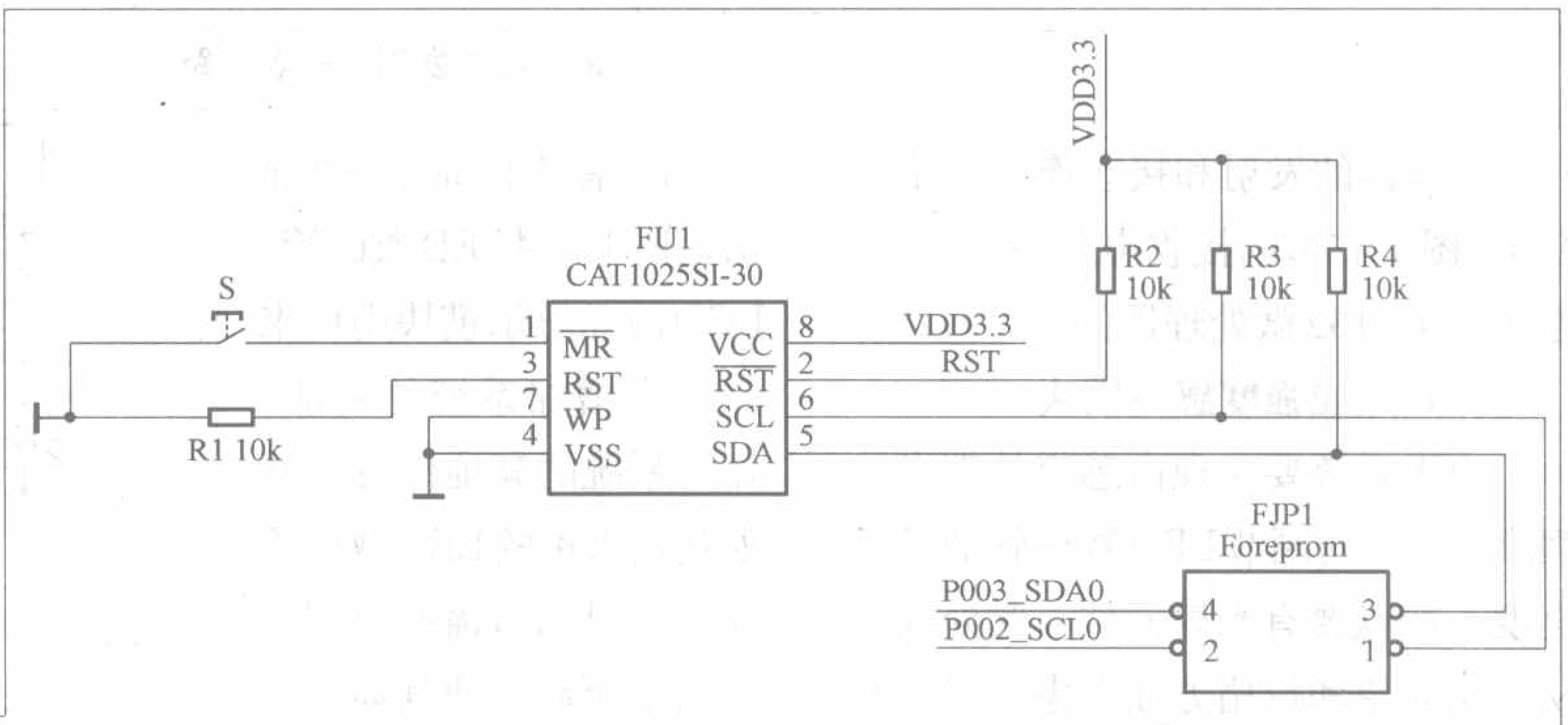
图2 系统硬件方框图

LPC2132与其主要外围元器件的连接电路见图3。

图中与LPC2132连接的CAT1025为带IIC串行2K位CMOS EEPROM和手动复位的监控芯片。CAT1025是基于微控制器系统的储存器和电源监控的完全解决方案。其利用低功耗CMOS技术将2K的串行EEPROM和用于掉电保护的系统电源监控电路集成在一块芯片内。储存器采用400kHz的IIC总线接口。CAT1025的精密复位控制器可确保掉电和电源上/下电时系统的正确操作，它配有开漏的复位输出。而且CAT1025的硬件数据保护设计解决了长期困扰串行EEPROM的有关数据出错问题。

（2）无线遥控模块

本设计中无线遥控的作用是：设置系统时间参数和关闭闹铃。此处，我们采用红外线信号来实现遥控，佑华4位单片机本身具有的红外功能，且其作为遥控使用，遥控距离可以达到5米以上，我们利用该4位机实现了红外遥控功能。



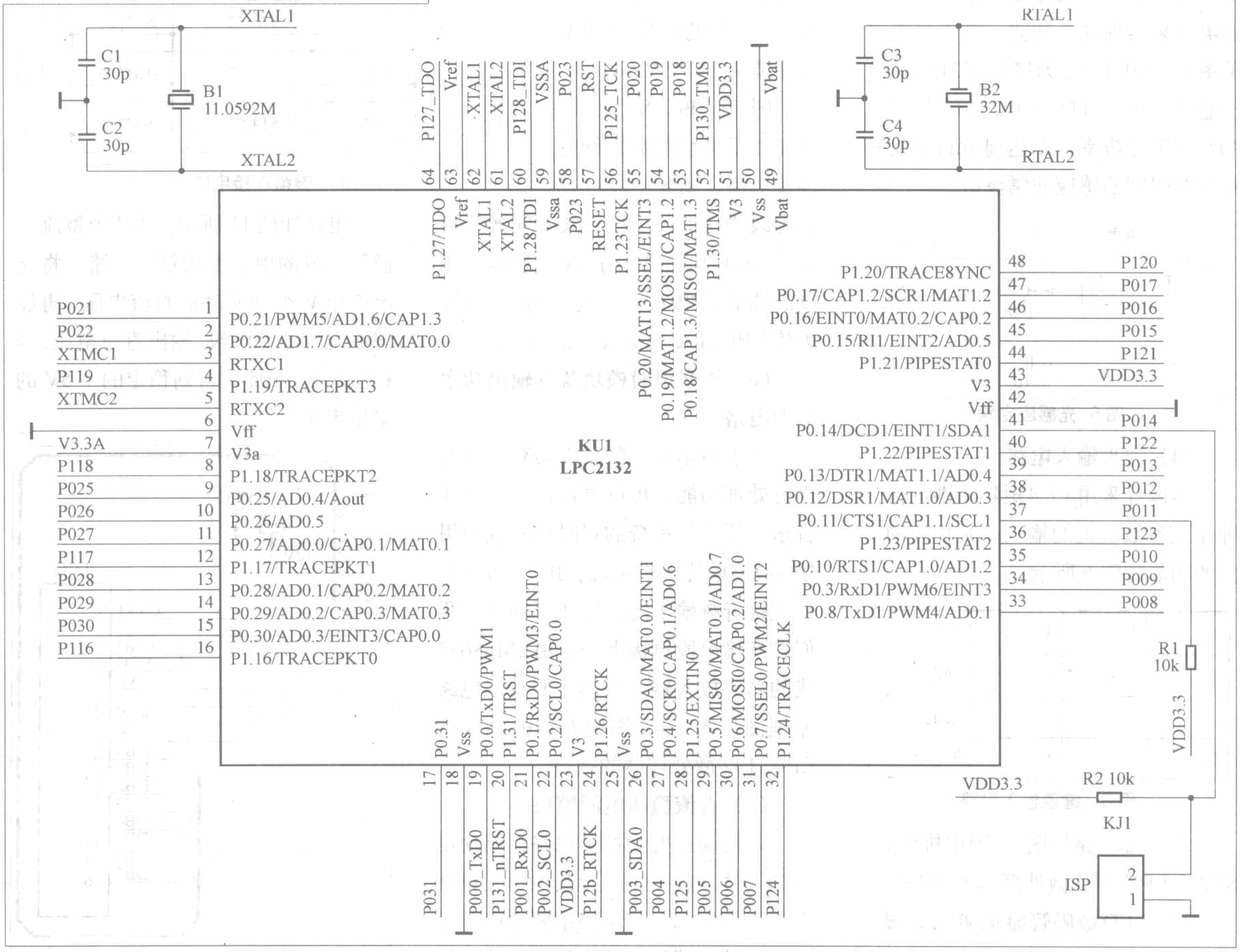


图3 LPC2132及其与核心组件的连接图

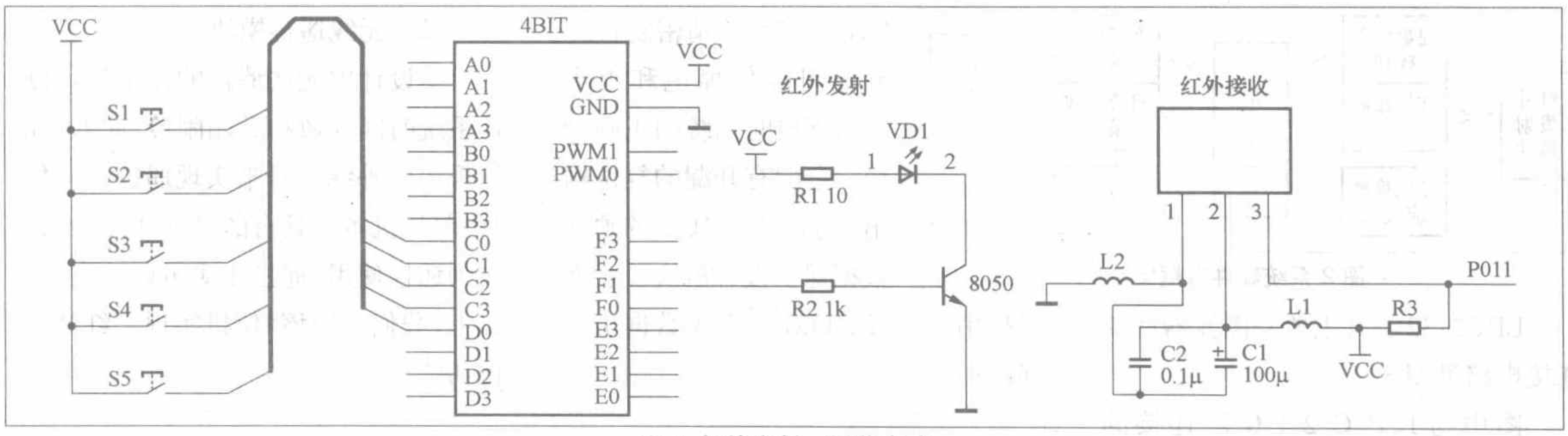


图4 红外发射、接收电路

其具体的发射和接收连接电路见图4。图中右边的接收电路中P011为连接LPC2132微处理器的一个IO口。

(3) **光线强度感应模块**

由于系统要实现由感应外部光线强度，来自动调节LED数码管的显示亮度。所以要有光敏元件，此处我们从电路简单和价格方面考虑选用了光敏电阻来实现这个功能，其连接电路见图5。图中P012为接LPC2132微处理器的一个I/O口。LPC2132有10位AD，电压分辨率可以达到3mV，使其对光线强度的感应非常灵敏。

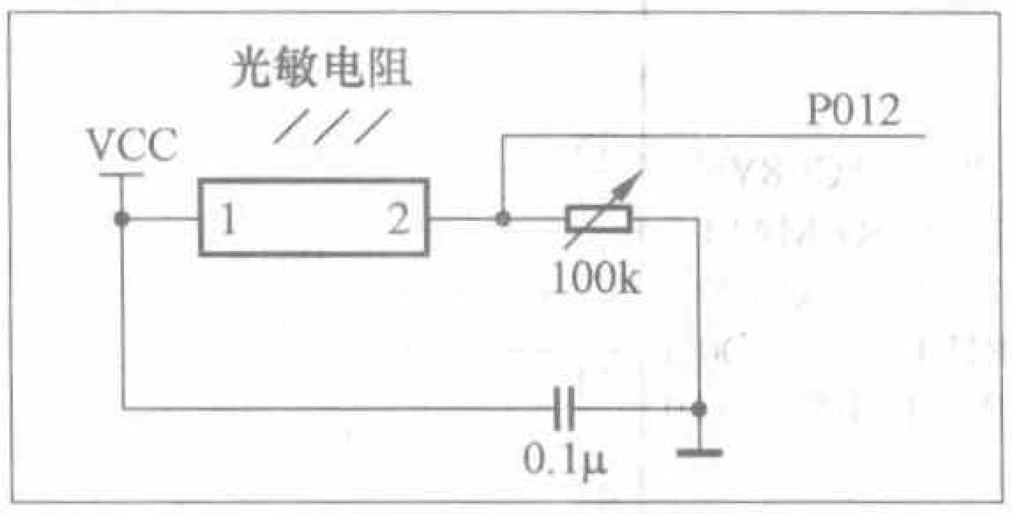


图5 光感应电路

(4) **键盘输入电路**

本设计采用4×4矩阵式键盘作为钟体上参数设置的输入。其相应的键位的功能如图6所示。

1	2	3	报时
4	5	6	确定
7	8	9	设定
取消	0	*	#

图6 键盘输入电路

其连接电路见图7。图中排针1～8脚接LPC2132微处理器的I/O口。

(5) **LED数码管显示和LCD显示模块**

该系统的时间的显示，我们采用LED数码管。LCD液晶显示模块则用来完善和增加系统的功能，显示系统的其他信息。此处我们采用的LED数码管较大，显示时需要有驱动电路来驱动，使其能正常显示；采用的LCD为图型液晶模块LCD19264。

图8和图9分别为LCD液晶显示模块和数码管的连接电路。图8左边的13条导线为接LPC2132微处理器的接口，10kΩ电位器用于LCD显示对比度的调节。图9中左边的3个接口同样为接LPC2132微处理器的接口。

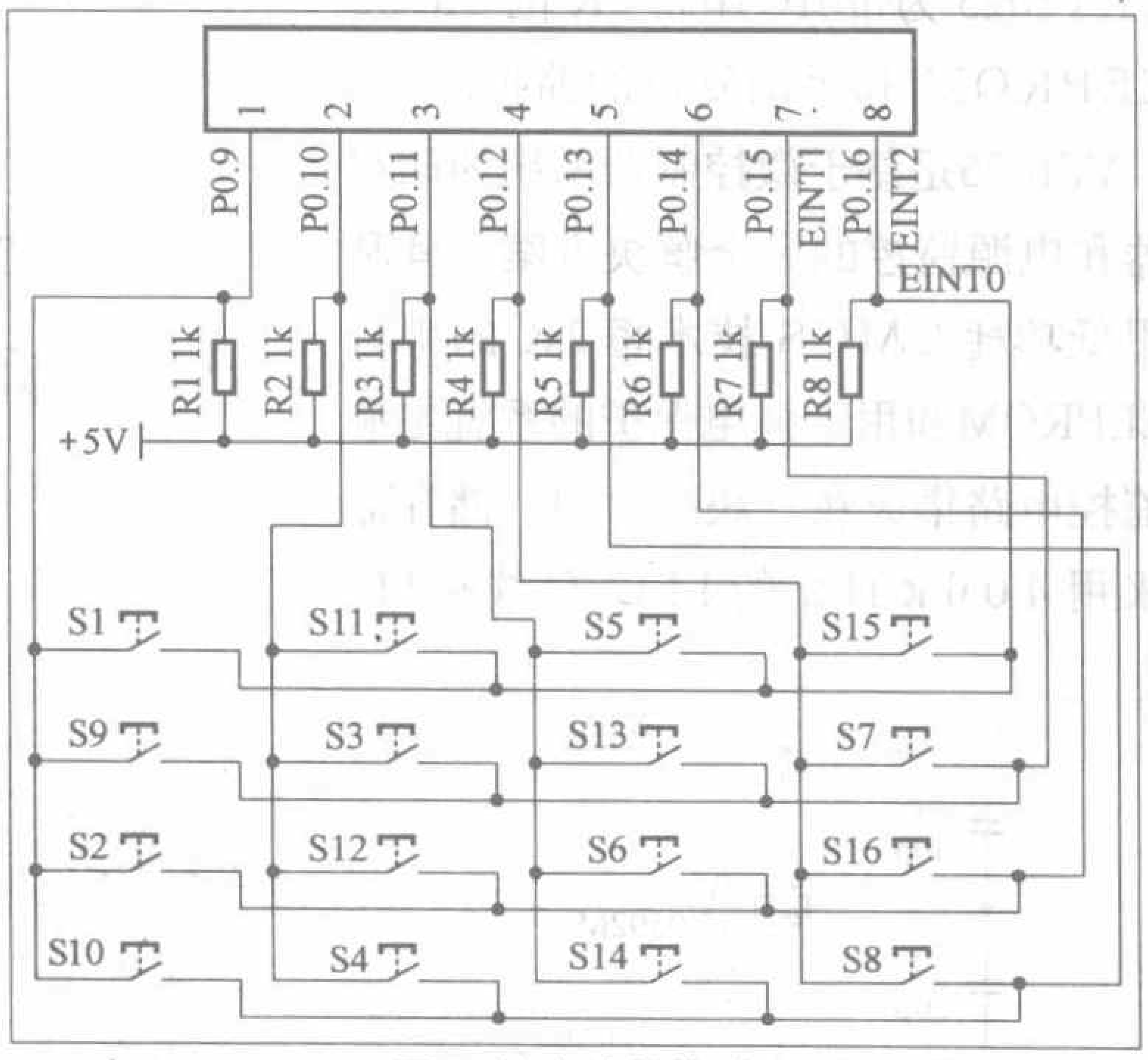


图7 键盘连接电路

(6) **语音报时模块及其输出功率放大电路**

由于佑华4位单片机具有很强的声音处理功能，可以直接播放声音或音乐，所以该系统的报时功能我们用佑华4位单片机来实现。由于该4位机的直接音频输出的声音还不够大，我们在其输出段再接上一个由LM386做成的功率放大器。该模块的具体电路原理图见图10，图中左边的总线接LPC2132微处理器的接口。

(7) **直流稳压电源模块**

该模块主要为控制电路、驱动电路和闹铃录放电路以及其他单元电路提供工作电源。其电路主要由电源变压器、整流滤波电路及稳压电路所构成，电路如图11所示。由4个整流二极管组成的单相桥式整流电路，将交流电压V_2变成脉动的直流电压，再经滤波电容滤除波纹，输出直流电压，经稳压芯片7805后得到稳定的+5V的输出电压。

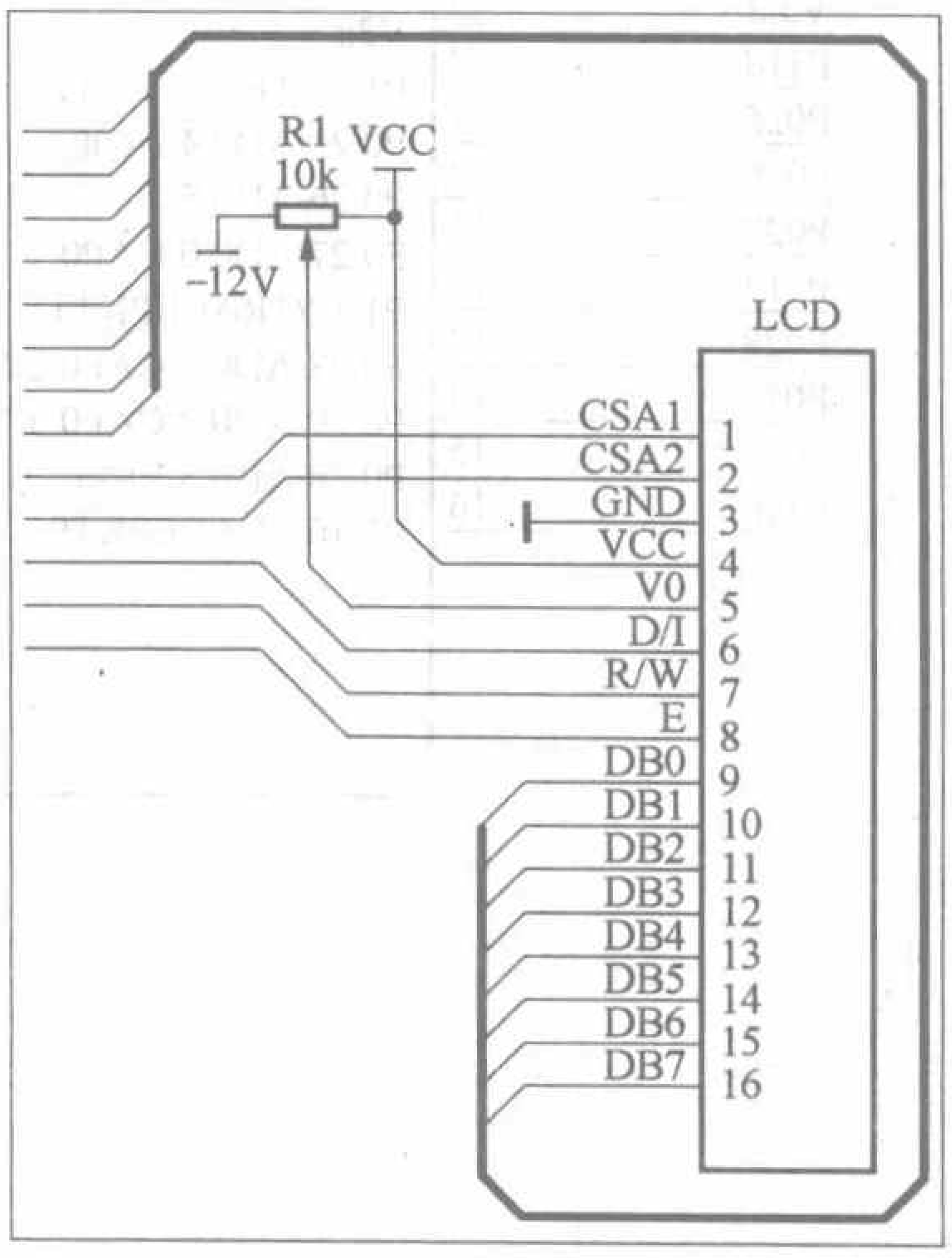


图8 LCD连接电路

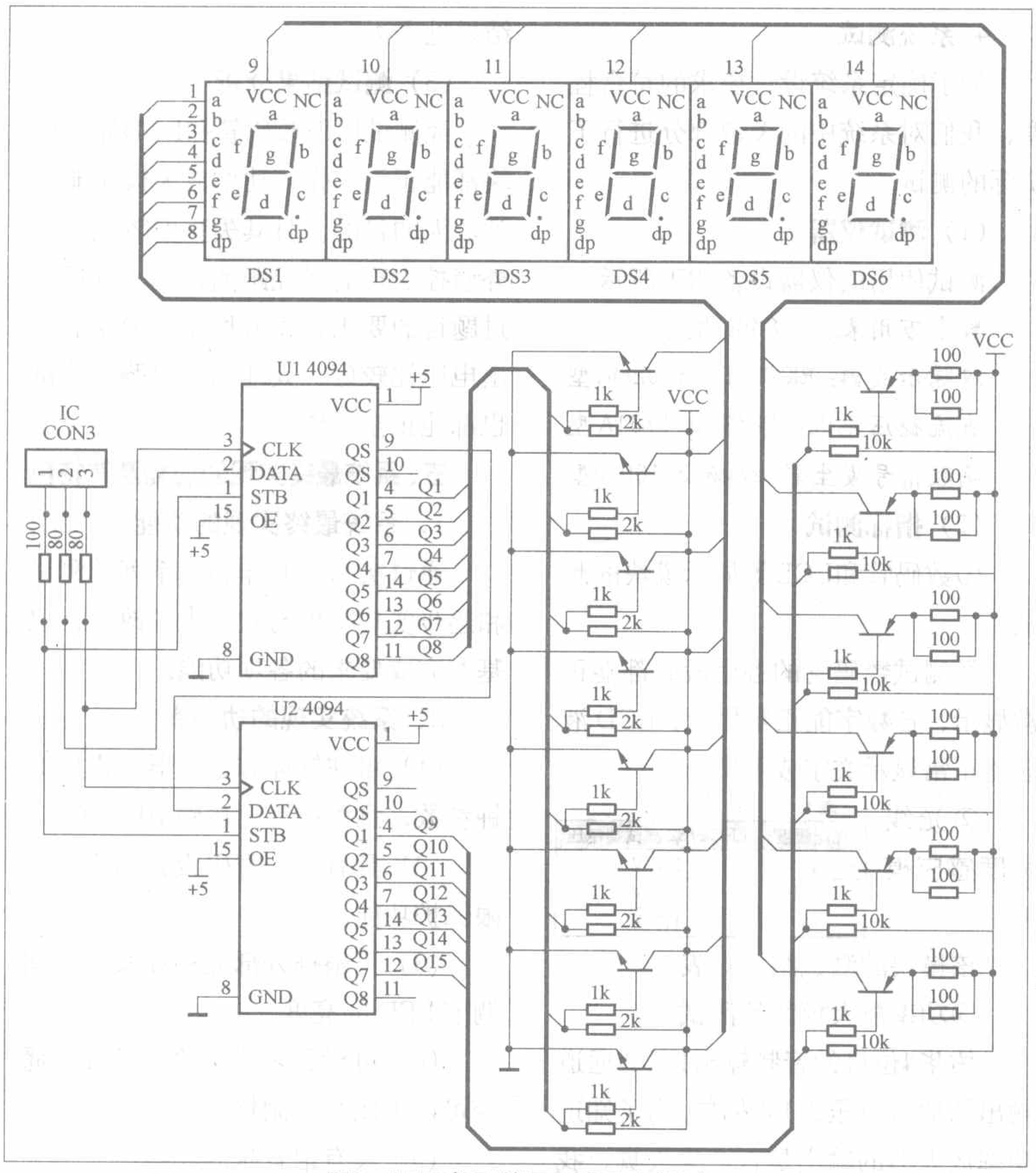


图 9　LED 数码管显示驱动电路图

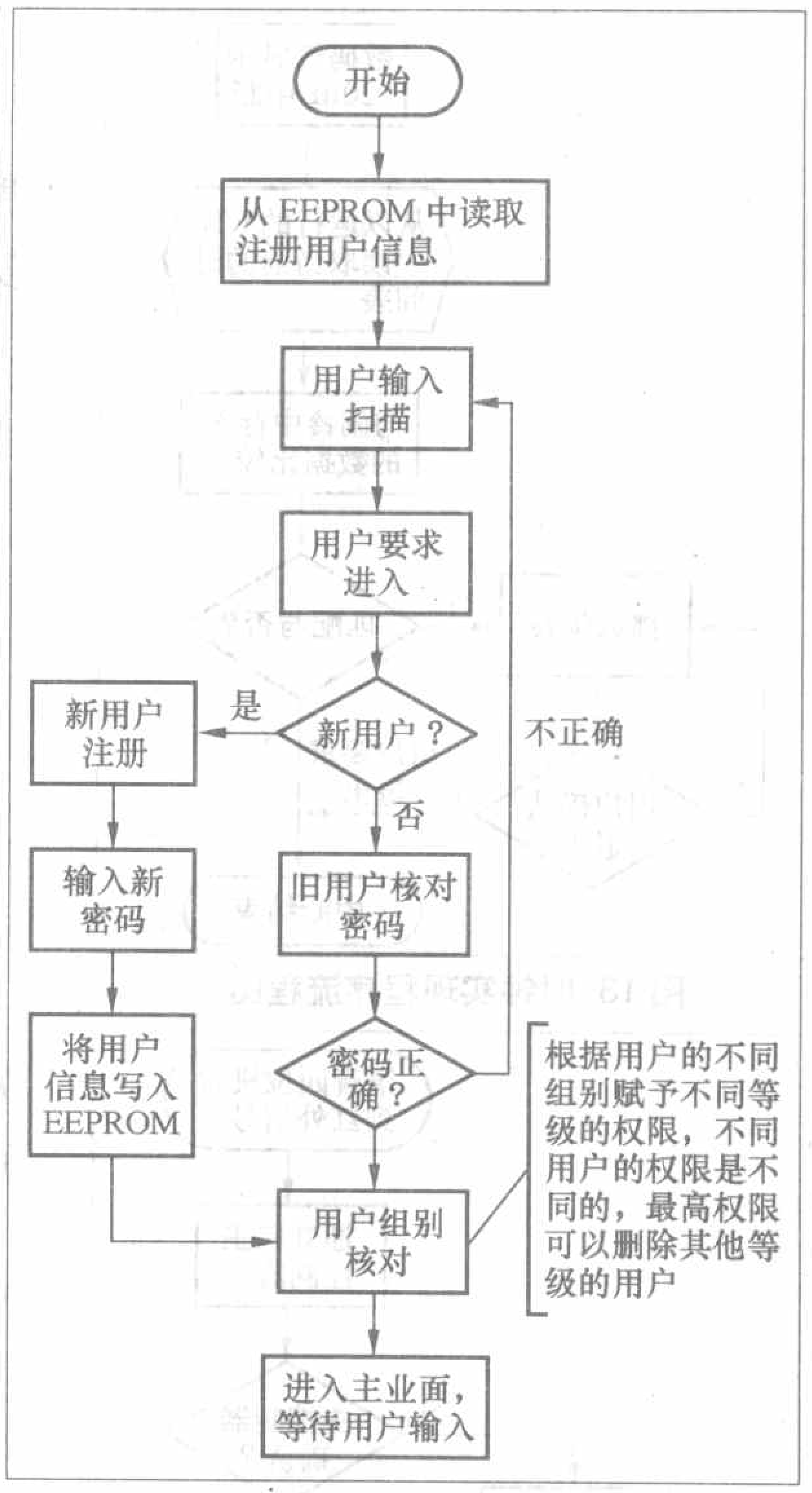


图 12 主程序流程图

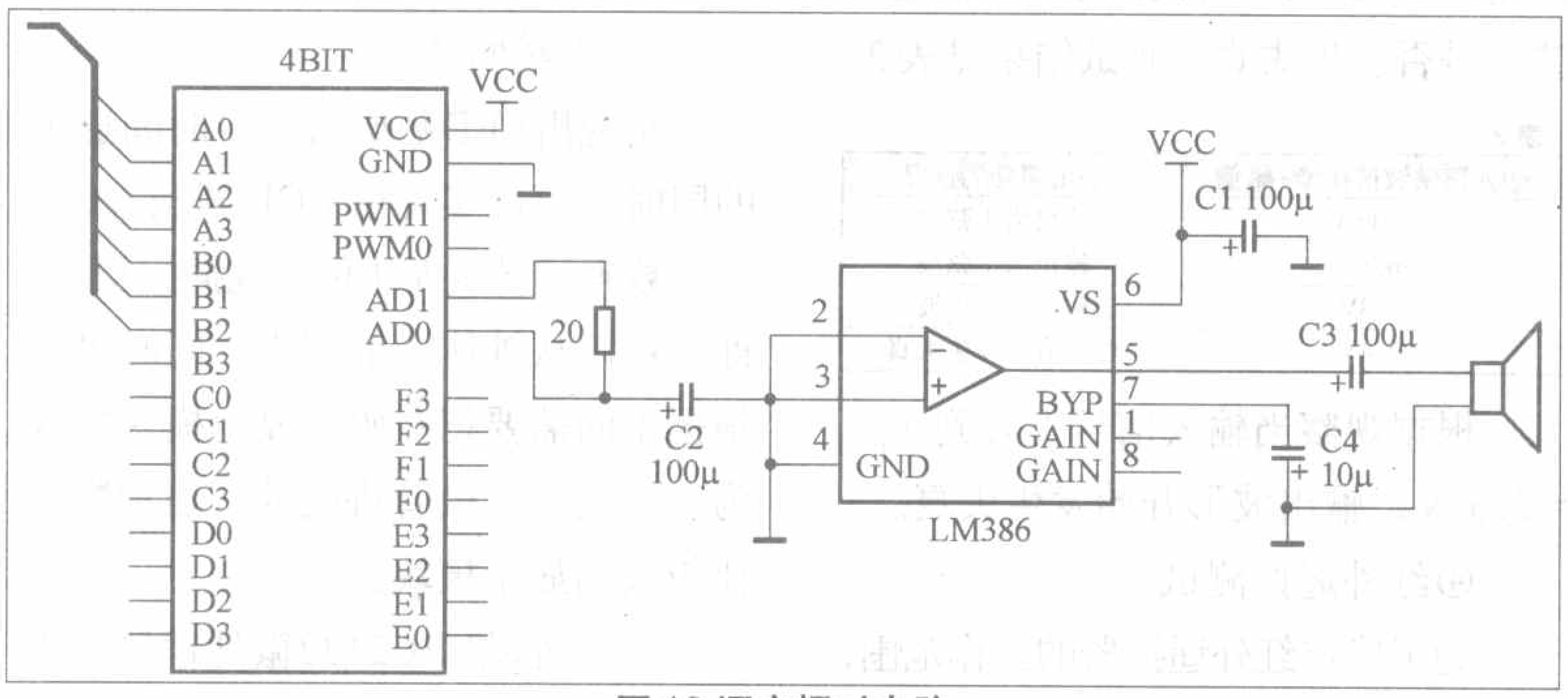


图 10 语音报时电路

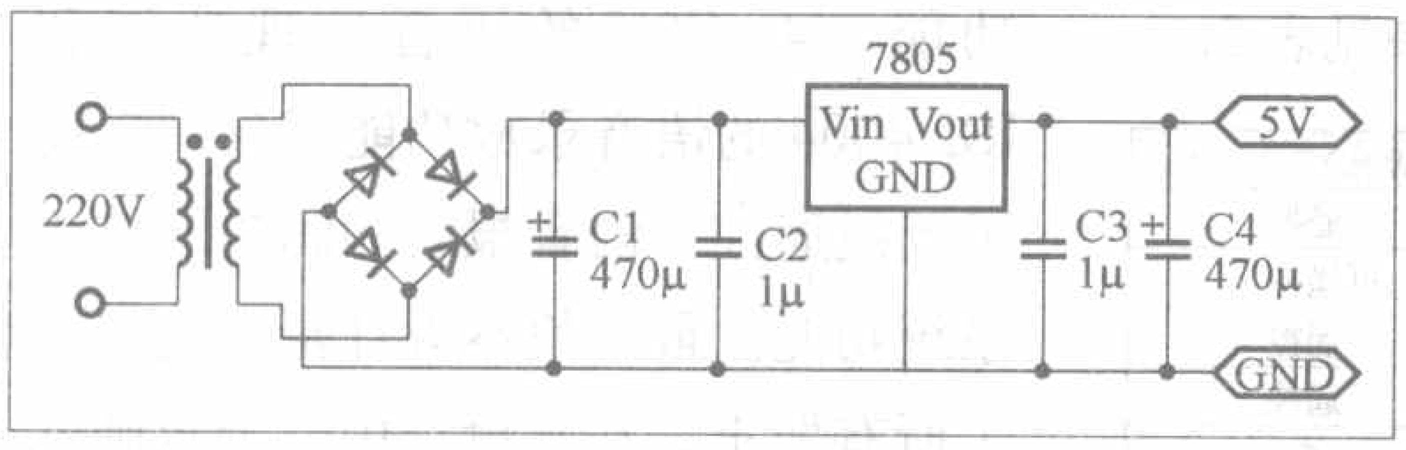


图 11　直流稳压电源电路

四、系统的软件设计

LPC2132微处理器部分的软件设计采用标准C语言对微处理器进行编程，C 语言是一种可移植性非常强的高级语言，很容易在不同的微控制器之间进行移植，为将来移植到成本更低的微控制器提供基础。另外由于复杂图形界面的关系，使汇编编写成为不可能，而使用更高级的语言如 C++、JAVA 等又难以寻找代码质量高、成熟的编译器。

本程序在 Windows 环境下采用 ADS1.2IDE 环境编写。

ALPHA4BIT 部分的软件采用(ALPHA)语言，对单片机进行编程实现各项功能。程序在Windows环境下采用 EzCode 3.61 软件编写，可以实现 ALPHA4BIT 的控制。

1. 主程序流程图

由于多用户需要，我们需要建立一个程序进行管理，我们使用了几个简单的数据结构，而实际操作流程如图 12 所示。

2. LPC2132微处理器部分的程序流程图

程序流程图如图 13 所示。

3. ALPHA 4位机红外遥控程序及语音报时程序流程图

(1) 红外接收程序流程图

程序流程图如图 14 所示。

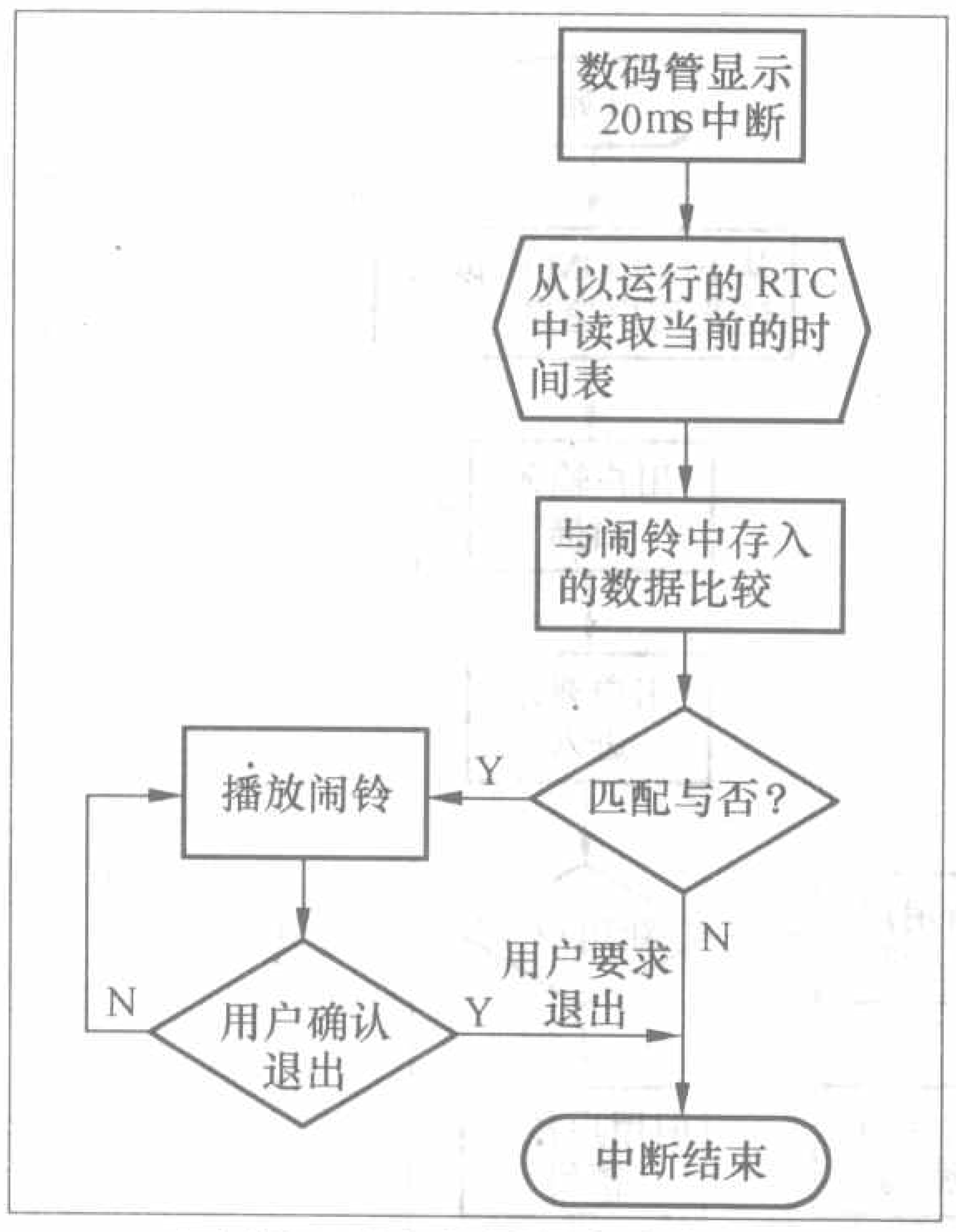


图13 时钟实现程序流程图

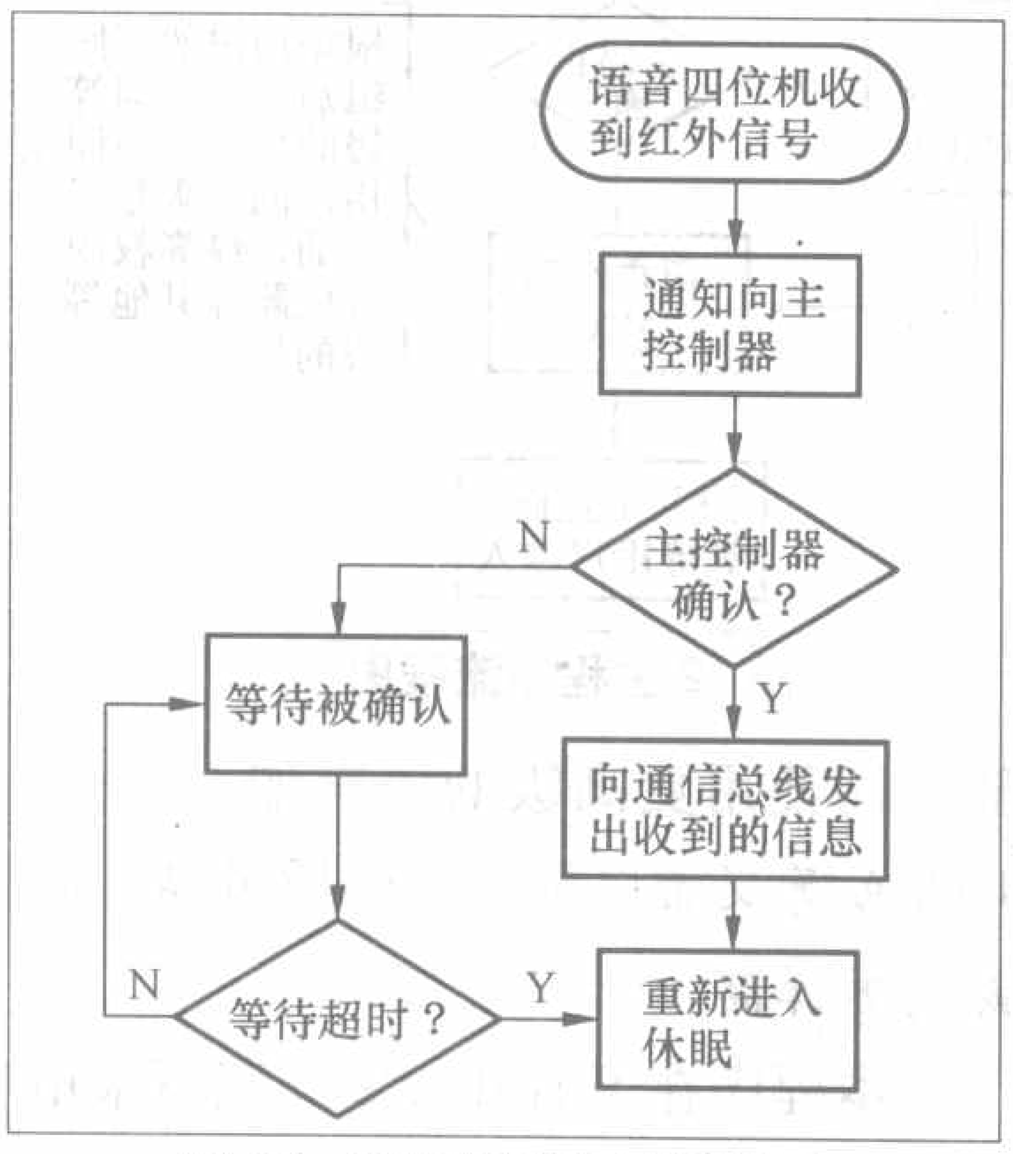


图14 红外接受程序流程图

(2) 语音报时程序流程图

程序流程图如图15所示。

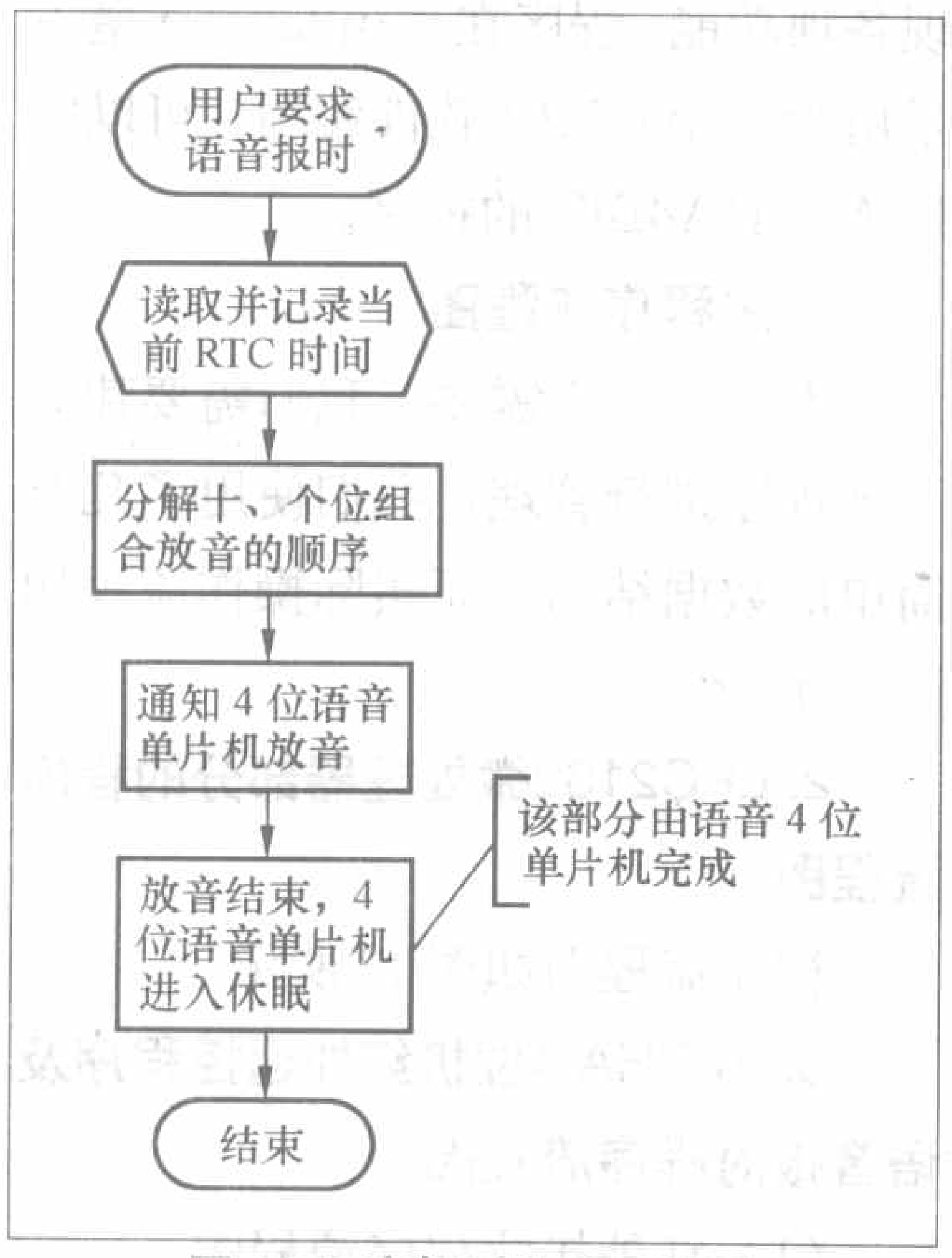


图15 语音报时程序流程图

4. 系统测试

为了确定系统设计要求的符合程度，我们对系统中的关键部分进行了实际的测试。

(1) 测试仪器

测试使用的仪器设备如下所示：

数字万用表：XL830L型

双踪示波器：RIGOL DS 5102MA型

直流稳压电源：绿扬YB 1731A型

函数信号发生器：绿扬YB 1602P型

(2) 指标测试

①数码管和LCD等显示模块的测试

经测试数码管的各个段码都能正常显示，各数字能正常显示；LCD液晶能正常显示文字或图案。

②光线强度感应模块

表1

光照强度	LPC2132测试端电压
弱	2.6 V
较强	2.1 V
强	1.7 V

该模块的测试结果见表1。

③功率放大模块的测试

佑华4位机的音频输出口DA通道输出的信号电压为1V左右。为了知道功率放大器的输出是否产生失真，我们输入不同参数的正弦波，观察输出波形是否发生失真。测试结果见表2。

表2

输入正弦波信号峰-峰值	输出信号的情况
400mV	输出为正弦波
800mV	输出为正弦波
1.8V	输出为正弦波
2.4V	输出波形发生失真

根据观察当输入信号上升到 V_{p-p}=2.32V，输出波形开始发生失真。

④红外遥控测试

为了确定红外遥控器的工作范围，我们对遥控器在不同距离的位置工作情况进行了测试，测试结果见表3。

表3

遥控距离（m）	工作情况
2	工作正常，可遥控
4	工作正常，可遥控
5	工作正常，可遥控
10	工作正常，可遥控
16	遥控开始不稳定

⑤直流稳压电源模块的测试

该模块测试结果见表4。

表4

测量次数	输出端电压（V）
1	4.96
2	4.97

(3) 测试结果分析

经测试LED数码管和LCD显示模块都能正常工作；功率放大模块能达到放大的目的，且其失真度较低；红外遥控实现的遥控距离较远，远远超过题目的要求；直流稳压源模块的输出电压比较好；其他功能电路经测试也都能正常工作。

五、系统最终实现的功能及其特色

1. 系统最终实现的功能

通过实物的制作和一系列的测试和逐步实现硬件与软件上的改善，已基本完成要求的各项功能。

2. 系统实现的功能有：

(1) 可在钟体和遥控器上设置时钟参数，且遥控距离达到10几米。

(2) 具有用户密码设置和用户权限保护功能。

(3) 可根据外部光强和实际时间调节LED的亮度。

(4) 可设置多段闹铃，且红外遥控可以关闭当前闹铃。

(5) 具有语音报时功能。

(6) 使用市电供电。

3. 系统特色

实现用LED数码管进行时间显示的同时，可以实现用LCD进行显示，而且数码管显示模块可实现插拔功能，即其可以从钟体上取下来，同时可以根据不同需要把数码管显示模块更换为、用发光二极管拼成的、显示数字比较大的显示模块。

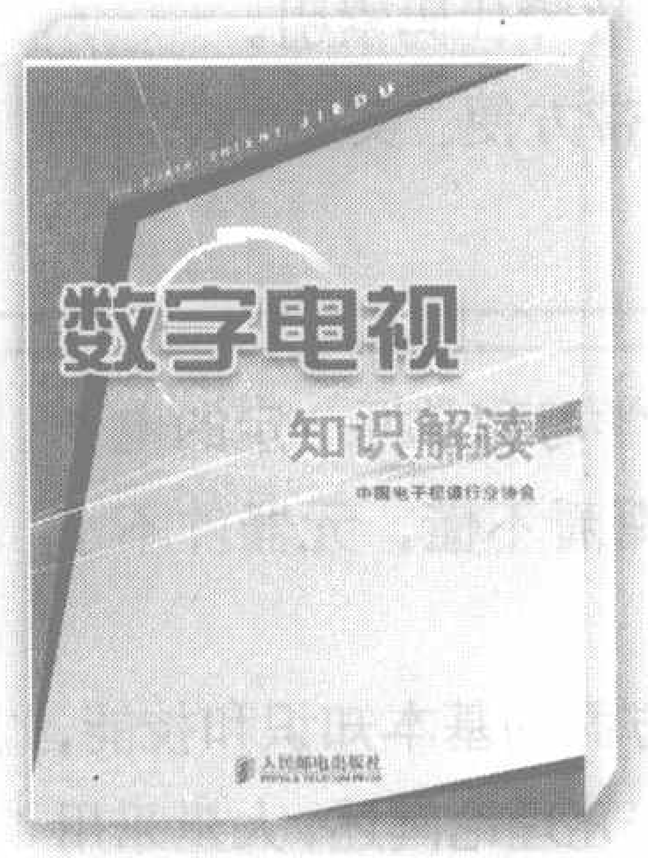
本系统以LPC2132微处理器作为控制核心，利用佑华4位机的红外发射功能，4位机的语音处理功能和ISD4004的语音录放功能，分别实现了无线遥控、语音报时和闹铃录放等系统功能。最终使本设计基本上完成了所有要求。在本设计中，力求硬件线路设计和软件编程简单，充分发挥了软件编程的灵活性来满足系统设计的要求。

书号：15197
作者：蔡杏山
人民邮电出版社
邮购价：22 元

从事电子行业的工作，免不了要接触到各种电子测量仪器，很多新手常常不会用、不敢碰，不能胜任工作。《零起步轻松学电子测量仪器》是一本适合这些初学者的自学教材，读者可以从中系统学习和掌握常用电子测量仪器原理与使用方法。

书中主要介绍了电子测量基础知识，指针万用表、数字万用表、信号发生器、电子电压表、示波器、频率计和扫频仪的原理与使用方法等内容。全书的编写注重实用性，很少复杂的理论分析和公式推导。对每种仪器，书中都提供了实物图片，关键部位还放大加以注解。为了帮助读者掌握书中的知识要点，对重点内容进行了加粗标注。另外，每章都设有习题并附有答案，以帮助读者检查学习效果。

此书起点低、通俗易懂，内容结构安排符合学习认知规律，重点在提高实际技能，既适合从业者自学，也可作为在校学生的实习辅导教材。（**白聪**）



书号 15127
作者:中国电子视像行业协会
人民邮电出版社
邮购价：28 元

关于数字电视，在百姓的关注、厂家的炒作下，已经有了多版本的传说。《数字电视知识解读》是一本比较系统和严谨地介绍数字电视知识的书籍，也是帮助读者正确选择和使用数字电视接收机的指南。

书中包括数字电视基本知识，数字电视信源、信道技术，数字电视接收机与显示器，数字电视设备接口，数字电视图像质量与测量等五大部分。针对消费者关心的热点，书中以135条问与答的形式阐述了数字电视的基本概念，数字电视体系及相关技术，数字电视接收设备标准等内容，通俗易懂、图文并茂。此书既帮助读者澄清了许多易混淆的概念，又向读者全面介绍了数字电视所涉及的新知识，附录中还提供了国家2006年颁布的数字电视液晶显示器等标准的摘录。

它不仅是一本普及数字电视知识的书籍，即使对于业内人士，关于数字电视技术和标准中的专业术语，在书中也能找到规范和准确的定义。（**杨清**）

书号：14744
作者：郭继忠等
人民邮电出版社
邮购价：36 元

《控制专用集成电路及其应用》一书，介绍了六类控制专用的“芯”：时间控制专用、灯光控制专用、数字编/译码专用、无线电遥控专用、红外遥控专用集成电路。另外，还介绍了声控、温控、电子开关等专用集成电路。

书中对于每种类型的集成电路，在介绍其特性、工作参数、引脚功能的基础上，着重介绍了其应用问题，并给出了具体的应用电路。此书集资料性、知识性和实用性于一体，内容新颖、丰富，检索方便，针对性强。

在工作中核对芯片资料时，它是一本工具书；设计中寻找芯片时，它是一本参考书；根据书中提供的、贴近生活各个层面的应用举例制作时，它是一本教科书。学习和掌握自动化控制技术，从“芯”入手，从应用入门，会取得事半功倍的效果。阅读此书，走入捷径吧。（**司林**）

书号 14781
作者：郑凤翼 徐占国
人民邮电出版社
邮购价：22 元

《图解电力拖动系统电路》是一本描述方式很新颖的书籍。它不仅采用传统的以示意图片讲解原理的方法，还用大部分篇幅来进行电路图中的注解。图解和解图结合运用，即减少了文字的累述，又便于读者理解。

电力拖动系统即电动机控制系统，书中介绍了直流电动机的调速方法及其组成、交流调速系统控制电路、交流变频调速器的工作原理和实用电路。书中对电路图中的每一个元器件的作用、信号的流程、关键点电压和电流的名称、分电路作用等，都进行了图中标注，添加了注解说明。通过学习这样的经过专家消化的电路图，就使得原本复杂的电路，变得易于理解。注解详细，图面并不显杂乱，书中使用蓝色箭头加圈注，指向准确、整齐和醒目。

书中图例丰富，讲解方法独特，使读者能够很轻松地掌握电力拖动系统识图的方法和技巧，从而达到理解系统原理，真正学会各项技术的目的。（**方河**）

书号：14821
作者：郑雯
人民邮电出版社
邮购价：41元

为顾客上门维修空调器，心里有谱吗？请看看这本《空调器上门维修速查手册》吧。

书中简明扼要地介绍了维修人员应该具备的基础知识。其中包括了空调器的型号命名方法、结构及其工作过程、运行正常的主要标志、常见故障原因、典型故障的判断及检修方法等。

现在的智能空调器，都设置了提供故障信息的代码、灯光、鸣响形式的显示，就像病人在向医生诉说病情。遗憾的是这种语言是五花八门的，再优秀的空调器医生也很难与之全部沟通，给维修带来了很大困难。带上这本书，维修时就不用再为此事犯愁了！这本书的重点，就是提供这些语言的翻译，即故障代码和指示灯亮/灭/闪烁情况所代表的含义。书中收集的型号齐全、信息量大，涵盖了国内外有影响的40多个空调器生产厂家的2000余种流行机型。为了方便查阅，书后附录中还提供了按机型型号英文字母顺序排列的故障代码索引。

这是一本具有丰富、珍贵的原厂资料，即查即用、随身携带方便、实用的空调器维修工具书，值得收藏。（**郝可**）

书号：14951
作者：刘亚光
人民邮电出版社
邮购价：44元

精美、耐用的黑色塑料革面封皮，很符合《长虹彩色电视机上门速修速查手册》一书的角色，即为维修人员服务上门时随身携带，即查即用的工具书。

这本书分为上、下两篇。上篇按电路功能分类，给出了长虹彩色电视机中主要的集成电路及其外围电路图，并用红色字体标示出引脚电压数据，以列表的方式介绍了集成电路引脚功能，便于维修人员对照检查和分析；下篇介绍了常用机芯的I^2C总线调试方法及数据。另外，为了方便维修人员查阅，本书还附上了按英文字母顺序排列的集成电路索引。

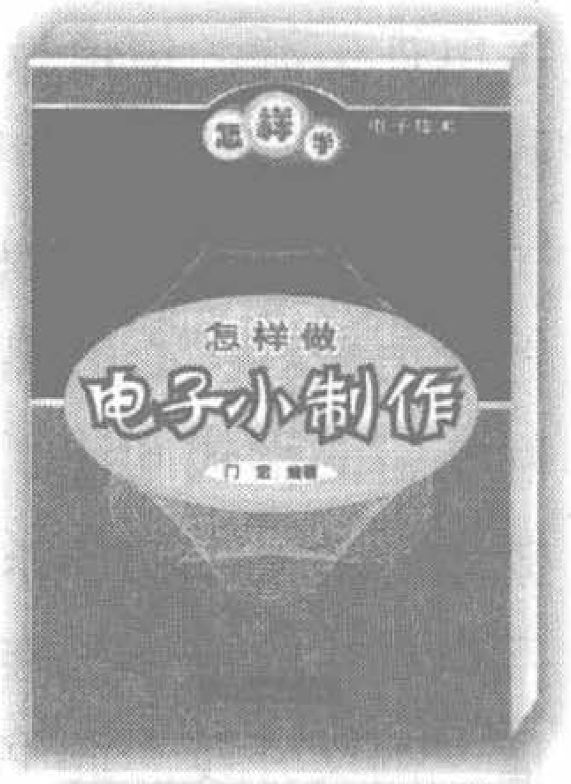
该书资料丰富、翔实，涵盖了长虹各类彩色电视机22种机芯上百种机型的技术数据，特别是包括了数字高清等最新产品的信息。比起一般书籍，手册中的图纸更为清晰、规范，易于查找；所介绍的调试方法也更详细，具有可操作性。（**刘歌**）

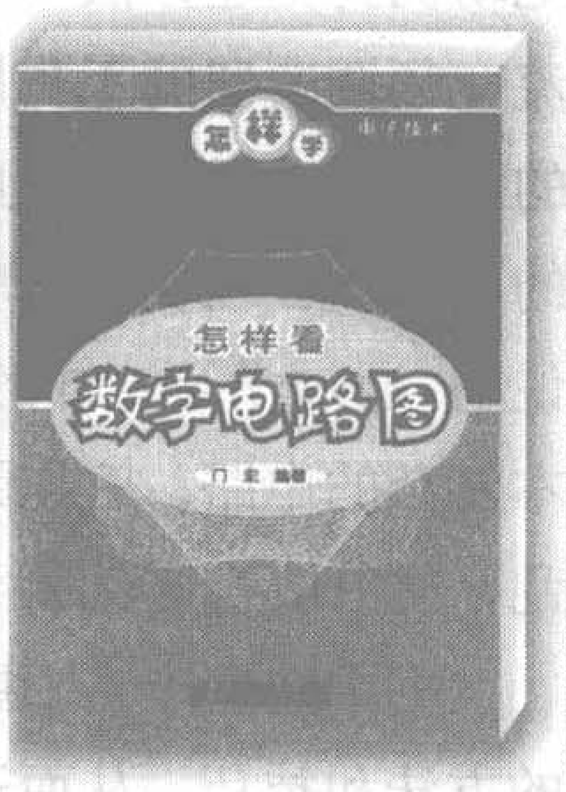
许多青少年电子技术爱好者和电子技术从业人员都希望能学习和掌握一定的电子技术基本知识与技能，但是又普遍感到入门难，电子理论书籍看不懂，元器件不了解，电路图走不通，仪器仪表不会用，电子制作无从下手等。

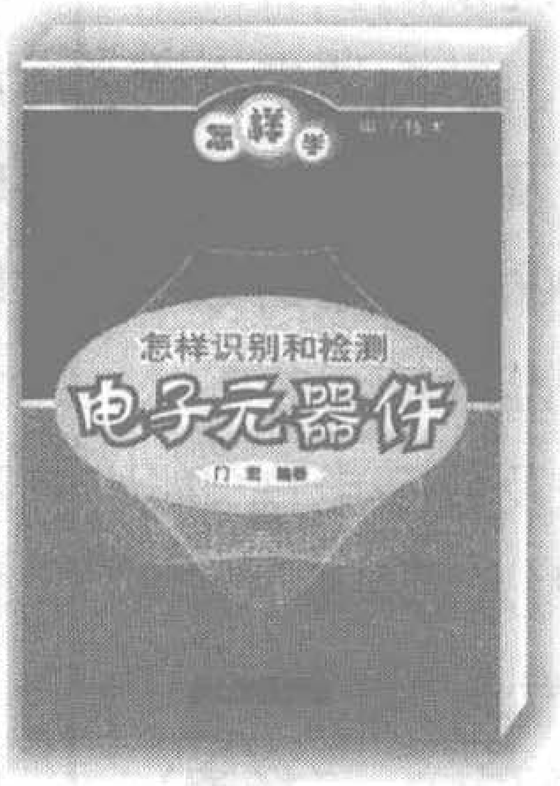
“怎样学电子技术”系列丛书较系统地介绍了电子技术各方面的基本知识和技能，重点突出了实用技术和操作方法，避开了令初学者不得要领的繁冗理论阐述，大量采用图解的写作形式，使得丛书图文并茂、直观易懂、深入浅出、实用性强，真正起到手把手教你学习电子技术的效果，成为广大初学者和务工人员学习电子技术的良师益友。

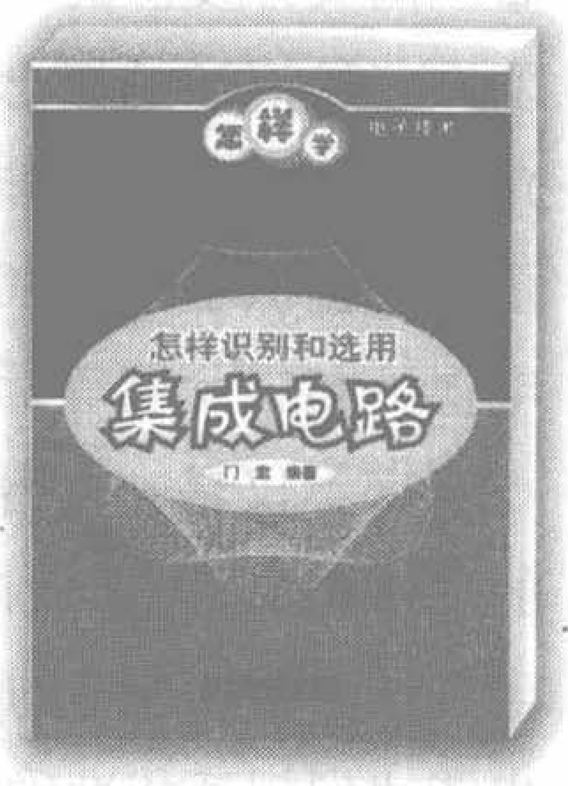
本系列丛书适合广大电子技术初学者阅读，既是广大电子爱好者，特别是青少年初学者自学电子技术的良好读物，又是学生课外科技活动的得力助手，并可作为务工人员上岗培训的基础教材。

◆《怎样看电子电路图》
书号：15437　邮购价：23.00元
◆《怎样看数字电路图》
书号：14427　邮购价：23.00元
◆《怎样识别和检测电子元器件》
书号：15615　邮购价：23.00元
◆《怎样识别和选用集成电路》
书号：15693　邮购价：23.00元
◆《怎样做电子小制作》
书号：待定（2007年3月出版）　邮购价：23.00元（**方河**）









如果您在当地购买不到上述新书，请与《无线电》杂志发行部联系邮购，邮购地址：北京市南区崇文区夕照寺街14号A座。
收款人：《无线电》杂志社，邮编：100061，联系电话：(010) 67134097-24。

学电子 读好书

"网络歌手——从这里开始"，这是**《想唱就唱——网络歌手宝典》**一书的开篇，向读者介绍了各类网络歌手的风格、硬件设备及配套软件的选用、准备录音环境和素材、演唱基本功等基础知识。这些内容非常贴近实际应用，可操作性较强，降低了网络歌手入道的门槛。

如何获得伴奏和歌词？按照书中的引导去搜索，原来得来全不费功夫。在制作软件方面，书里介绍了时尚软件K8的使用入门、实战和疑难解惑，可以用来快速录制歌曲、处理歌曲；介绍了软件Adobe Audition 2.0的录音、特效制作，可以用来打造专业级的效果。书中在介绍了歌曲格式的转换与保存后，还详细介绍了用于音乐包装DIY的三款常用软件，即用会声会影9.0打造个人MTV、用Movie Maker 2.0打造个人音乐MV、用Flash 8.0打造流行MV。书中介绍的音乐推广的方式，有助于读者圆梦——让全世界知道自己的声音。附录中选取了主流的音乐网站进行介绍，这将开阔歌手们的视野。

书中以图文并茂的方式对读者进行了全程指导，将网络歌手可能遇到的问题一网打尽，非常实用。宝典在手，想唱就唱，网络歌手会轻松步入音乐制作的殿堂。（**方平**）

书号：15210
作者：万雷
人民邮电出版社
邮购价：44元

书号：15435
作者：王晓 王文佳
人民邮电出版社
邮购价：44元

如何进行电脑音乐制作？怎样在这个新兴领域中成为大师？**《Nuendo 3音乐制作从入门到精通》**一书，兼顾了初学者和专业人员的需求，介绍和普及了在业内具有鼎足地位的软件Nuendo 3的应用，是一本不错的教材和参考书。

书中内容包括音乐制作环境的搭建，Nuendo 3的安装与系统设置、操作实践、音频编辑与处理功能的讲解、软件调音台与混音的实现、乐谱编辑功能的实现，Nuendo 3自带效果器插件的学习、视频同期配乐与环绕立体声功能的讲解、对歌曲《虚幻》完整的缩混全程的介绍等，全面而系统。书中介绍的优秀的第三方插件及使用，有助于提升读者音乐制作的水平，很实用。

书中编排方式图文并茂，内容通俗易懂，并配有光盘多媒体教学，教学方式生动活泼。另外，此书的实用性较强，提供了大量的由浅入深的实际范例，使读者在学习软件知识的同时，很容易上手掌握实际的音乐制作，真正学会用Nuendo 3软件表达音乐，并可举一反三，掌握业内主流技术。（**司村**）

在众多制作手机铃声的软件中，Cakewalk占据了很大份额，**《Cakewalk手机铃声大制作》**一书，通过介绍这一主流软件的使用，很好地向读者昭示了手机铃声制作的全过程。

书中首先介绍了手机铃声制作的基本流程、常见格式等基础知识，简练而不失全面，用于扫盲足已。

在介绍软件Cakewalk 9.0的安装、设置和基本功能时，特别讲解了如何掌握Piano Roll（钢琴卷帘）功能，这可是一个重要的编辑窗口，不懂乐理和识谱的人都有可能使用它编辑出华丽而专业的乐段。书中循序渐进地讲解了Cakewalk 9.0的MIDI编辑、处理、导入录制、后期处理和添加音源与音效等内容，并结合实际案例，用作者的原创歌曲《大象之歌》来展开MIDI音乐制作，非常便于读者的理解和效仿学习。在实战篇，书中对现在主流的MIDI彩铃和音频彩铃的特性、制作过程以及后期处理做了详细介绍，所提供的手机铃声格式转换、特殊效果处理、突破限制、如何营销等制作的相关技巧，对读者很有借鉴意义。

书号：15271
作者：朱诚
人民邮电出版社
邮购价：44元

此书全面系统地介绍了如何应用软件Cakewalk 9.0制作手机铃声的全部过程，通篇图文并茂，软件实际界面图示丰富、清晰，还配有多媒体光盘，使讲解制作步骤非常直观易懂。（**何蕾**）

《Adobe Audition 2.0音频处理入门》作为电脑音乐大师系列丛书之一，向读者详细地介绍了Audition 2.0电脑音乐软件，并引领读者逐步地了解和掌握电脑音乐的制作全过程，内容丰富、专业和实用。

读者首先可以从书中了解到电脑音乐制作系统是如何搭建的以及需要的硬件设备，这是必备的基础。书中采用的"快速上手"的方式，可以帮助没有接触过电脑音乐软件的读者，较快地掌握此类软件的基本操作以及熟悉软件的相关界面。书中介绍了Audition 2.0软件的菜单栏、各模式及界面，以及软件对各种音频的处理，还讲述了多轨模式、导入导出、调音台、插入效果器、发送效果器等各部分的使用，非常全面和系统。书中还介绍了Audition 2.0软件所能支持的主流插件的基本知识与使用，能够帮助读者更好地处理音乐。通过作者在最后章节中所完整地讲述的一首歌曲的混音过程，读者可以对前面章节介绍的各种操作进行复习与总结。

此书在介绍每一个音乐处理或效果器时都配有相关的案例，每一个案例都以"Step-By-Step"形式进行讲解，非常有助于读者，特别是那些初学者，掌握Audition 2.0软件的使用，快速上手，走进电脑音乐制作的世界。（**皮思**）

书号：15136
作者：陈鲲
人民邮电出版社
邮购价：37元

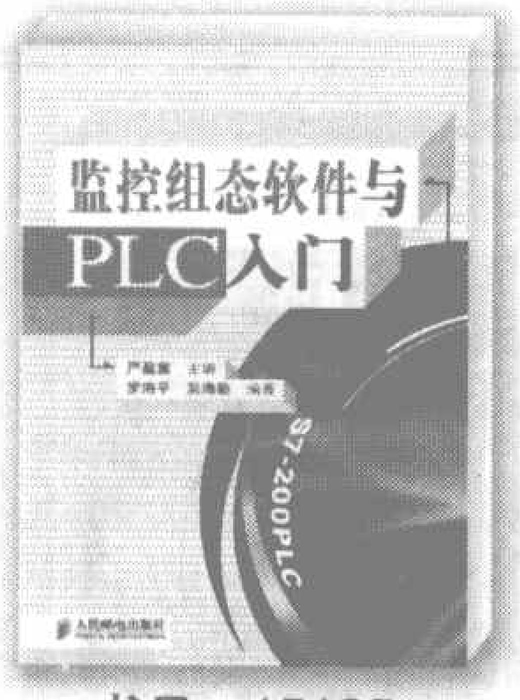
网络音乐人凭借崭新的MIDI制作模式和网络传播模式，即使仅有一台电脑，一只话筒，一块声卡，几个音乐制作软件，也可以构建自己美好的音乐乐园。**《数码音乐狂想》**一书，是对最新的MIDI音乐制作和后期加工技术的总结和提炼，内容丰富、实用。

书中介绍了MIDI基础、基于MIDI功能的电子乐器，音乐制作的必备知识，语言简练，概念清晰。如何建立个人音乐工作室？书中从硬件设备、房屋的建筑声学、必备的音乐制作软件、效果器插件、母带处理软件等方面给出了全方位指导。书中以很大篇幅介绍了几款优秀的实用软件，录音以及加工处理软件Adobe Audition的使用与案例，历史悠久而版本和技术很新的自动伴奏软件Band in a Box的使用与案例，以及目前最流行的音乐创作软件SONAR的使用与案例。掌握了这几款既相互关联、互为补充，又各具特色、独挡一面的软件，音乐狂想者的翅膀就会真正硬起来。

全书内容编排由浅入深、循序渐进，较系统地介绍了数码音乐的相关知识；实际案例丰富，软件界面图示层次清晰，可操作性、实用性强。附带的多媒体光盘更有助于读者的学习和操练。（**米静**）

书号：13722
作者：金岩 张生光
人民邮电出版社
邮购价：78元

如果您在当地购买不到上述新书，请与《无线电》杂志发行部联系邮购，邮购地址：北京市南区崇文区夕照寺街14号A座。收款人：《无线电》杂志社，邮编：100061，联系电话：(010) 67134097-24。



书号：15195
作者：严盈富
人民邮电出版社
定价：32.00 元
邮购价：37.00 元

可编程序控制器（PLC）是应用十分广泛的通用微机控制装置，是自动控制系统中的关键设备，它与组态软件的联合应用，可组成目前较为流行的监控系统。《监控组态软件和PLC入门》是一本此专业的入门类读物。

以组态王KingView为例，书中介绍了监控组态软件的安装及组态，PLC的基本知识及S7–200PLC的编程实例，最后以组态王KingView组态上位机、Step7组态下位机S7–200 PLC为例，介绍了上位机和下位机的联机调试。书中采用举例的方法、图形的形式，由浅入深地介绍了组态王KingView与PLC的联合应用，指导读者应用理论解决工程中的实际问题。

此书注重实际、强调应用，实例涉及面广，具有代表性。读者可以在自己的电脑前对照此书操作步骤，学习相关软件的安装，并设计和调试简单的程序，从而逐步掌握组态软件和PLC的联合编程及应用。（**文丹**）

书号：15067
作者：天亦
人民邮电出版社
定价：38.00 元
邮购价：44.00 元

上门维修彩色电视机，要做到“准”、“快”，单凭经验越来越吃力了，相关图纸、数据资料是必不可少的。《SONY彩色电视机上门速查速修手册》一书，资料全面、查阅方便、便于携带，是维修人员上门服务的好帮手。

书中系统地归纳、总结了索尼（SONY）公司近年来推出的主流彩色电视机的各种集成电路图、电压数据和I²C总线调试方法及数据等实用资料，内容翔实，非常珍贵。

在书中上篇，介绍索尼（SONY）彩色电视机中主要的集成电路及其外围电路图时，采用了红色字体标示出引脚电压数据，并以列表的方式介绍集成电路引脚功能，图文清晰，一目了然，便于维修人员对照检查和分析。在下篇，介绍了常用机芯的I²C总线调试方法及数据，这也是属于原厂生产工艺类的难得资料。另外，为了方便维修人员查阅，书尾还附上了按英文字母顺序排列的集成电路索引。

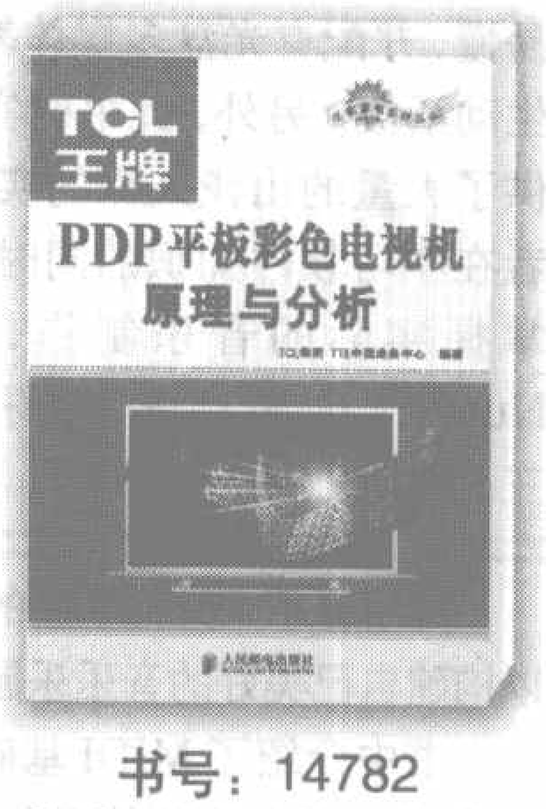
上门维修SONY彩色电视机，有此书相助，速查速修不愁。（**左荣**）

书号：14960
作者：门宏
人民邮电出版社
定价：18.00 元
邮购价：22.00 元

《图解电子技术快速入门》一书，很受读者认可和欢迎，曾重印10次，总印数达4万多册。新出版的《图解电子技术快速入门（修改版）》，继承了第一版图文并茂、直观易懂、深入浅出及实用性强的优点，新增加的介绍数字万用表的原理和使用方法，磁头、晶体、讯响器和液晶显示器的识别和检测，电源变压器的代用等实际知识和技能等内容，跟上了新技术的发展。

书中没有繁冗的理论阐述，以图解的形式，较系统地介绍了电子技术的基本知识，内容丰富，涉及模拟万用表和数字万用表的基本性能和使用方法，常用元器件和集成电路的识别和检测方法，印制电路板的制作方法，元器件的代用与自制技巧，以及自制万用表、信号发生器、无线电检测仪等常用电子仪表的知识和技能等。书中元器件外形等都用实物照片来表现，很直观、形象，这样，会使理论学习更接近实际。在章节编排顺序上，先介绍了仪表原理及使用，然后介绍元器件的测量操作，循序渐进，符合初学者的学习过程。

此书通俗易懂，介绍实际技术、操作方法较多，可以帮助读者轻松、快速地上手、入门，解决实际问题，很适合读者自学。（**高放**）



书号：14782
作者：TCL 集团 TTE 中国业务中心
人民邮电出版社
定价：29.00 元
邮购价：34.00 元

《TCL王牌PDP平板彩色电视机原理与分析》一书，从四个方面向读者解读了等离子（PDP）彩色电视机：

首先介绍了平板显示器的主要技术指标，通过分析各种平板电视机的优缺点和性能比较，了解PDP。

其次介绍了平板（包括PDP等离子）彩色电视机的重点技术，即视频信号扫描格式变换技术。

然后介绍了等离子（体）彩色显示器的工作原理。

最后通过对TCL王牌4226H/42U3H型等离子彩色电视机的细致分析，解读了整机的工作原理。

全书图文并茂，数据资料丰富翔实，使读者系统地了解了PDP（等离子显示）平板彩色电视机的性能特点、电路结构和工作原理。书中除了深入浅出地阐述了PDP平板显示技术的经典理论，同时还具有一定的技术前瞻性，可读性较强。（**南易**）

如果您在当地购买不到上述新书，请与《无线电》杂志发行部联系邮购，邮购地址：北京市南区崇文区夕照寺街14号A座。收款人：《无线电》杂志社，邮编：100061，联系电话：(010) 67134097-24。

书号：14819
作者：胡斌
人民邮电出版社
定价：30元
邮购价：35元

《集成电路识图轻松入门》一书，对于初学、自学电子技术的朋友，是值得选择的优秀教材。它的第一版曾先后印刷5次，极受欢迎。刚刚问世的修订本，在原有基础上，除了增加了新知识点，还采用了新颖的写作手法，使读者减少了阅读疲劳，对提高学习效率很有帮助。

书中主要内容包括集成电路分析基础知识，集成电路常用引脚外电路分析与单元内电路说明，音频集成电路、音频控制和指示等集成电路、调幅和调频收音集成电路以及电视机专用集成电路的分析和故障检修方法，数字集成电路基础知识和微控制器集成电路分析方法等。

书中文字通俗易懂、图文并茂，很少长篇累牍，充分利用了图片、表格及阴影字来精练地阐述概念，感觉编排生动而很有条理，深入浅出，易于学习和掌握。

此书的另一个特点，是在介绍集成电路知识的同时，还向初学者推荐了正确的学习方法和解决问题思路。作者在书中提出了学习此书的建议，并建立了与此书配套的网上辅导和免费答疑的平台。这些对于广大爱好者轻松入门，用较少的时间和精力尽快入门，非常有帮助。(小荣)

书号：15231
作者：王兰君
张景皓 黄海平
人民邮电出版社
定价：16元
邮购价：20元

《新编电工实用线路200例》一书有两大亮点很吸引人：第一，它是经典畅销书《电工实用线路300例》的姊妹篇，延续了其简单、实用的优点；第二，它的内容新颖，表现在选用了微电脑控制器等新型器件和电路，以及贴近新生活的各类应用。

书中精选的电工线路200例，包括了灯光电路、电动机单向运转全压启动控制电路、电动机正反向运转全压启动控制电路、电动机减压启动控制电路、电动机制动控制电路、电动机保护电路、电动机调速电路、直流电动机控制电路、常用机械设备的电气控制电路、自动控制电路、电工经验电路以及电子电路。这些实例，是近年来应用广泛的新颖电路的精华，对每个线路，书中都提供了电路图纸，并对其工作原理作了简要说明。

书中内容通俗易懂、实用性强，电路类型较全，许多线路很有创意，对解决读者在工作、生活中遇到的实际问题，很有帮助。此书可供广大电工人员、电子爱好者以及职业技术院校相关专业师生阅读参考。(方立)

书号：14865
作者：常大军
常绪滨 编著
人民邮电出版社
定价：33元
邮购价：38元

电工，是个有一定技术含量、通用性很强的职业，需求量大，就业稳定。《高压电工上岗读本》一书，会很好地帮助初学电工及已经从事低压电工工作的读者，尽快掌握从业技能。

全书以高压电工上岗培训内容为主，对高压电工应掌握的基本理论知识和实际操作技能进行了较为系统的阐述。书中主要内容包括：高压电工上岗必备知识、常用电工仪表、配电变压器、高压配电装置及高压电器、继电保护、电气线路、倒闸操作、安全用电、并联电容器、电气设备故障及事故处理等，非常丰富。附录中还备有高压电工应掌握的理论知识试题及答案，方便了读者自学。

书中用大量的详细图解介绍了相关高压设备，用表格形式给出了许多高压电工实用的技术数据，对各项操作的规范、岗位职责都作了具体介绍，很实用。全书图文并茂，通俗易懂，可操作性及实用性较强，具有初中以上文化程度的读者都能很好地掌握其知识要点，以达到上岗要求。(乔段)

书号：15129
作者：严盈富
人民邮电出版社
定价：30元
邮购价：35元

《触摸屏与PLC入门》一书，介绍了PLC与触摸屏的联合应用，是一本很实用的可编程控制器（简称PLC）的入门书籍。

处处可见的触摸屏是如何工作的？有多少种类？PLC是怎么回事？此书循序渐进，一步步地解答了读者的疑惑，内容实用，编排很有条理。书中首先简练地介绍了触摸屏技术及发展，电阻式、电容式、红外线式和声表面波四大类触摸屏的工作原理及主要特点，触摸屏操作软件的安装、使用等，然后全面地介绍了PLC原理及应用。书中以触摸屏TP270为上位机，S7-200PLC为下位机，简要介绍了触摸屏TP270的组态软件ProTool的安装及编程，PLC的工作原理、基本指令、编程软件STEP7-Micro/WIN32的安装、编程及调试，上位机和下位机的联机调试。最后介绍的触摸屏与PLC联机的大量应用实例，是所有自学者及工程技术人员非常感兴趣的部分，有助于读者解决现实工程中的实际问题，也加深了对基本概念的理解。

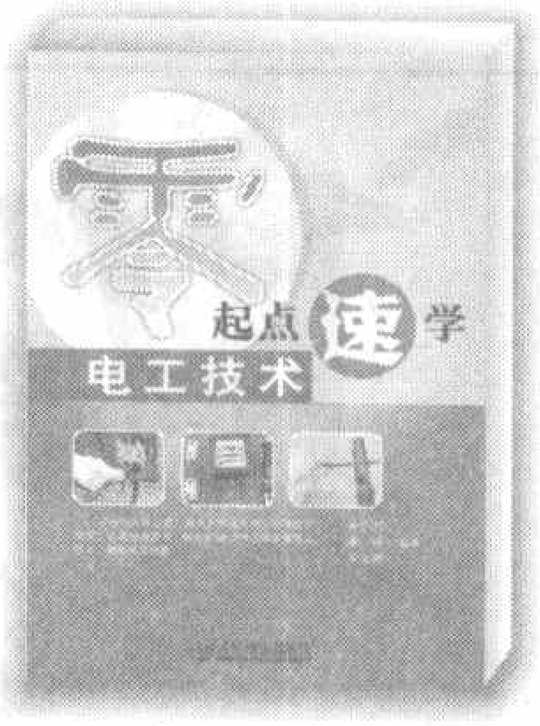
全书文字简练，以丰富的图解、表格归纳及实际界面图形由浅入深地讲解概念及操作步骤，通俗易懂。这些特点使得此书很适合自学或作为培训教材。(宁科)

如果您在当地购买不到上述新书，请与《无线电》杂志发行部联系邮购，邮购地址：北京市南区崇文区夕照寺街14号A座。收款人：《无线电》杂志社，邮编：100061，联系电话：(010) 67134097-24。

如果有位师父手把手教我学电工，自然是件幸事，可到哪里去寻师呢？看了《零起点速学电工技术》一书，不用去拜师啦，在电工具体操作的关键时刻，书中的图片上总能给我明确指导。

该书包括了电工入门指导、电工技术基础知识、电子技术基础知识、电工识图入门、电工常用工具、电工基本操作技能、电工照明安装与电度表安装、低压电器及应用、电动机及应用、电力变压器、电工实践电路、安全用电基本知识等，内容真丰富啊。书中语言通俗易懂，主要技术参数表格详尽，图解说明清楚，“百闻不如一见”，实物照片也很丰富。特别是具体的操作要领都有实际指导的照片，“一切尽在不言中”，非常便于理解，易于上手。所以虽然书中知识点很多，掌握起来却很轻松。

全书内容全面，形式新颖，可帮助零起点的电工人员轻松、快速地掌握电工基本知识和基本技能。城乡电工人员，特别是初级、中级电工人员，职业技术学院相关专业师生以及下岗职工、再就业培训人员，和我一起跟着师父“有形”的手，轻轻松松学电工吧。(**金达**)



书号：15572
作者：王兰君等
人民邮电出版社
定价：26元
邮购价：30元

书号：15615
作者：门宏
人民邮电出版社
定价：18元
邮购价：21元

我曾在国营、民营电子企业多次做过新职工技术培训工作，电子元器件的识别和检测，都是第一课。看过不少电子元器件方面的书籍，感觉《怎样识别和检测电子元器件》一书，既有理论知识，又能联系实物介绍、实际运用，是不错的培训教材。

书中系统地介绍了各种常用电子元器件的基础知识。在对电阻器、电位器、电容器、电感器、变压器、半导体管、光电器件、电声换能器件、显示器件、控制和保护器件的介绍中，并详细阐述了其基本概念、种类、符号、参数、识别方法、性能特点、主要作用和检测方法，很全面、实用。该书很突出的特点是注重对实用知识和操作技能的介绍，比如对电子元器件检测的操作方法，进行了具体说明并加以图解，使人能够看得懂、记得住、学了马上能用。

此书内容丰富、取材新颖、图文并茂、直观易懂，具有很强的实用性，可以作为电子技术初学者的入门之钥。(**门和**)

维修彩色显示器，真是会者不难，难者不会，我还不知从哪里下手呢，人家已经三下五除二修好了。面对林林总总的不同机型，高手的维修秘诀，除了自己的经验，恐怕就是对资料的占有和应用了。

《十大机芯彩色显示器维修精要与实例(第1册)》，就是一本值得收藏的资料型书籍。此书以机芯为线索整理总结资料，条理清晰，便于读者查找并触类旁通，是个好方法。书中介绍了十个彩色显示器机芯：KB2511机芯、STV6888机芯、TDA4853机芯、TDA4857机芯、TDA9105机芯、TDA9109机芯、TDA9111机芯、TDA9115机芯、PC1884机芯和PC1888机芯，基本涵盖了目前市场占有量大的主流机型。

这本书具有指导性强、覆盖面广、图文并茂、资料翔实、实用且通俗易懂的特点。书中讲解电路原理和工作过程简明扼要，所举维修实例比较典型，介绍维修要点语言精练，读者很容易从中学习和积累自己的维修经验，从容应对维修难题，迅速成为高手。(**白仓**)

书号：15656
作者：刘午平等
人民邮电出版社
定价：35元
邮购价：41元

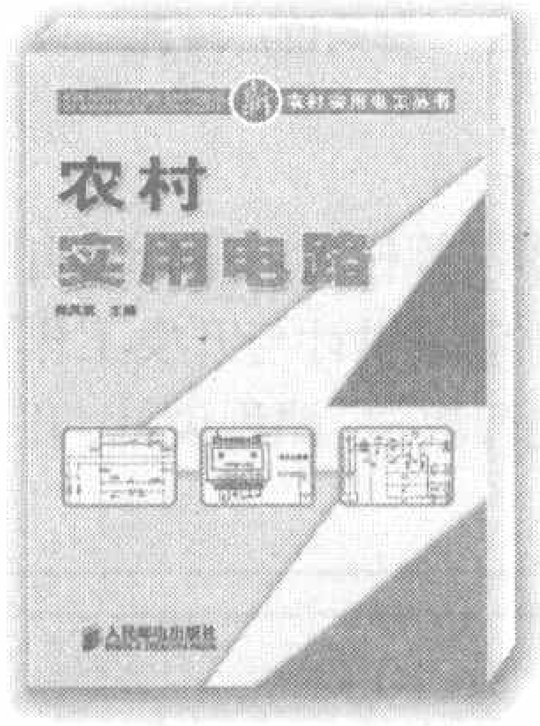
翻开《卫星电视接收完全DIY》一书，厚厚的近600页，可以说是信息量浩瀚。书中对卫星电视接收系统进行了全面的讲解，对相应软件、硬件进行了详尽的介绍，对DIY要点进行了极有价值的指导。我是第一次见到如此全面的有关卫星电视接收的书籍，感觉很解渴，是一本值得收藏的资料性著作。

该书作者以大量详实的资料，结合自己的实践体会，全面地介绍了卫星电视接收过程中用到的各种器材、接收技术和方案，并给出了很多器材的故障检修方法和改造方案。书中资料丰富、图片清晰、内容简单易懂、可操作性很强。卫星电视用户可以按照书中介绍的接收方法和技术，从简单的器材开始，逐步完成卫星电视接收的整套方案，实现完全DIY。书中还总结了多年来我国观众接收卫星电视节目和卫星IP节目遇到的问题，并提供了有益的帮助。

无论是想扫盲卫星电视接收知识的读者，还是想提高的读者或卫星电视接收的发烧友，此书都是良师益友。(**方乐**)

书号：15526
作者：沈永明
人民邮电出版社
定价：60元
邮购价：69元

如果您在当地购买不到上述新书，请与《无线电》杂志发行部联系邮购，邮购地址：北京市南区崇文区夕照寺街14号A座。收款人：《无线电》杂志社，邮编：100061，联系电话：(010) 67134097-24。

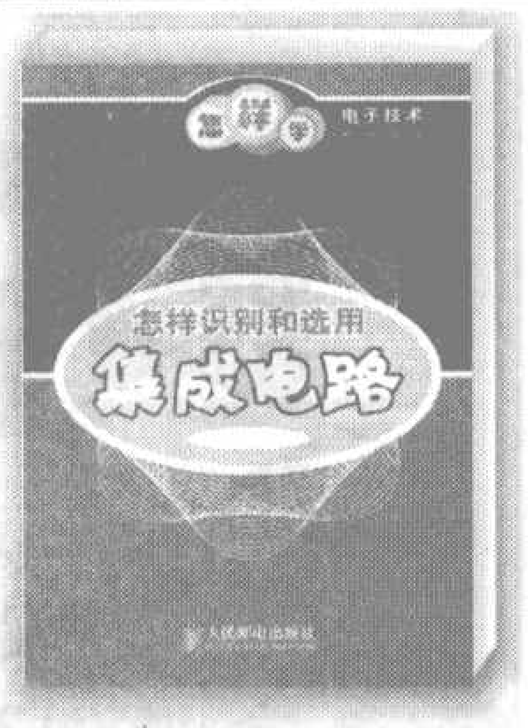


书号：15524
作者：郑凤翼
人民邮电出版社
定价：17 元
邮购价：21 元

电子电工技术的应用在新农村无处不在，《农村实用电路》一书总结归纳了有代表性的电路，介绍了其基本原理、功能和工作过程，是农村电工的好读物。

首先，书中介绍了农村电工必懂的电动机的基本控制电路。接着，在农副产品加工机械方面，书里介绍了粉碎机、烘炒机、筛选压胚机等小型机械的电气控制电路。在农牧渔业养殖方面，介绍了禽蛋自动孵化、养鸡场自动补光、鸡舍自动控制、鱼类养殖增氧、自动投料、电围栏控制等电路。对农田自动喷灌、排灌控制、排灌设施保护及农用自动供水控制、农用无塔增压式供水控制电路等，也作了详细的讲解。根据农村供电电路的特点，介绍了三相电源相序指示和锁定、限时供电、间歇得电、停电告知、自动限电电路，以及电源过、欠电压声光报警、漏电保护、双电源供电电路。为帮助广大农村电工应用电子电路知识开发更多应用，书中还介绍了温度、湿度及其他控制电路。

这是一本贴切农村生产、生活实际需求，内容丰富的书籍。书中语言通俗易懂，编排循序渐进，配合了大量的图解说明，很适合具有初中及以上文化程度的农村乡镇电工阅读，是送给农村电工的好礼物。(**艾村**)



书号：15693
作者：门宏等
人民邮电出版社
定价：18 元
邮购价：22 元

言简意赅是《怎样识别和选用集成电路》一书的显著特点。我很欣赏这一点，因为作为电子技术人门的普及读物，条理清楚，语言精炼，有助于初学者确立准确、清晰的概念。

虽然是本小书，仍然不失系统性，内容涵盖了绝大多数常用集成电路，包括集成运算放大器、时基集成电路、集成稳压器、数字集成电路、音响集成电路、音乐与语音集成电路等。书中用通俗的语言和丰富的图示，介绍了集成电路的基本概念、种类、符号、参数、识别方法、性能特点、主要作用和应用方法，并列举了大量集成电路的应用实例，对读者学以致用、在运用中理解理论概念，都大有益处。

此书内容丰富、取材新颖、重点突出了对实用知识和操作技能的介绍，具有很强的实用性。全书深入浅出、言简意赅、图文并茂、直观易懂，很适合初学者学习。(**年然新**)

书号：15515
作者：周志敏 纪爱华
人民邮电出版社
定价：13 元
邮购价：17 元

电动自行车是交通工具中的新宠，爱它的人多，懂它的人少，出了毛病更是愁上眉梢。《电动自行车电气故障诊断与维修》一书的问世很及时，一方面是给读者扫盲，普及了电动自行车的相关知识；另一方面是给读者提供了故障诊断和维修的实用技术，让电动自行车能够更好地前行。

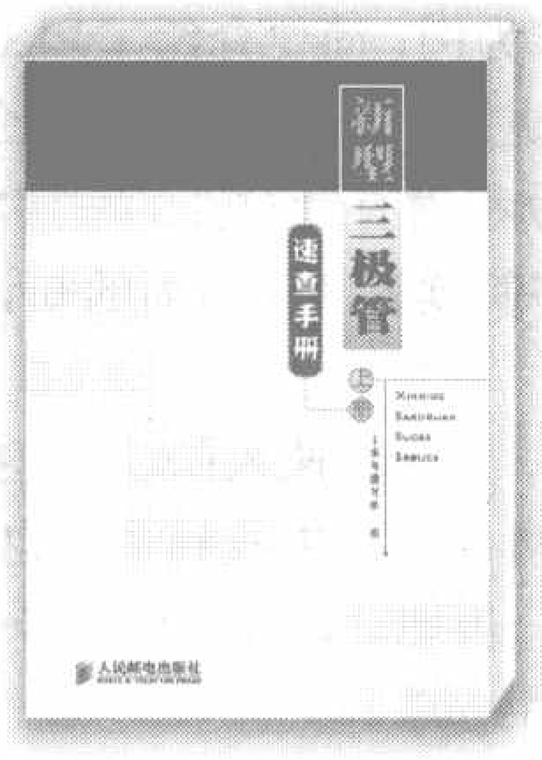
书中紧密结合了国内电动自行车技术的发展方向，以电气系统的故障诊断和维修为核心内容，重点突出。书里系统地阐述了电动自行车的基本构造、电机的工作原理与维修、蓄电池的工作原理与维修、充电器的充电方法及故障处理、控制器的特性及故障处理、霍尔器件的特性及故障处理、综合故障诊断与处理等内容，非常全面。

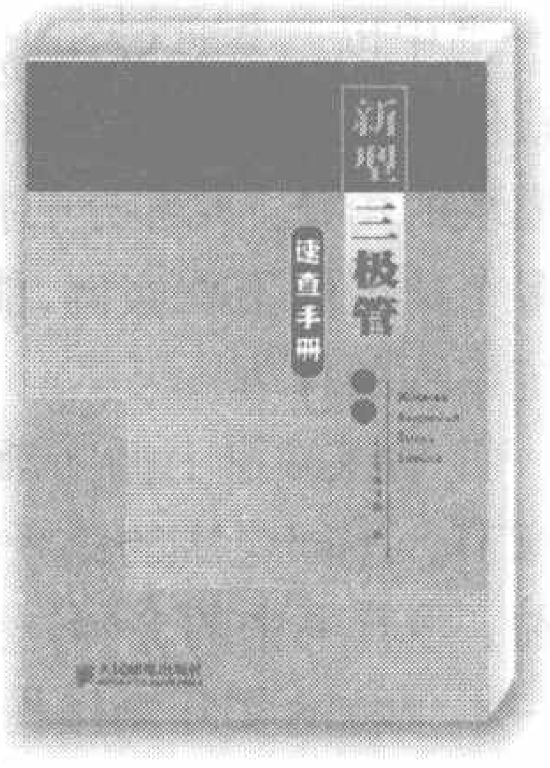
全书的编排深入浅出，讲解通俗易懂，提供了一些难得的数据资料、分电路及整车电路接线图纸、故障分析思路和维修技巧，具有较强的实用性和可操作性。(**丁飒**)

双极晶体三极管(简称三极管)是一种用途广泛的分立半导体器件。各种电子产品的生产、开发、设计、维修、管理人员，电子元器件营销人员以及有关专业的院校师生，都很需要不断更新后的三极管资料手册。《新型三极管速查手册》(上、中、下册)收集了国内外主要三极管公司和生产厂家提供的最新技术资料，并编排成册。查阅此书后，觉得它有如下两个特点。

首先是资料丰富、数据准确。手册中涵盖了国内外数百家生产厂家生产的几万种三极管器件，以表格的形式重点介绍了三极管型号、材料性质、用途及参数、生产厂家、替换型号、相似型号、外形参考图等有关数据，在编排中直接引用了原厂家的宝贵资料，确保了数据的翔实可靠。其次是图文并茂、查阅方便。手册在编排中采用图文混排，并配有各种三极管的外形尺寸图，其中以实物图为重点，尺寸标注清晰、准确，读者可以对器件的外形和引脚排列一目了然，以方便设计电器产品时使用。在目录和正文中，器件型号均按 A、B、C、D 英文字母顺序和 1、2、3、4 数字大小依次排列，查找很方便。

这是一套资料丰富、新颖、翔实，型号齐全、信息量大、查阅方便的三极管手册。它是电子行业有关人士必不可少的工具书。(**费可**)





书号：15512（上册）
15513（中册）
15514（下册）
人民邮电出版社
定价：65 元 / 册
邮购价：75 元 / 册

如果您在当地购买不到上述新书，请与《无线电》杂志发行部联系邮购，邮购地址：北京市南区崇文区夕照寺街 14 号 A 座。收款人：《无线电》杂志社，邮编：100061，联系电话：(010) 67134097-24。

学电子 读好书

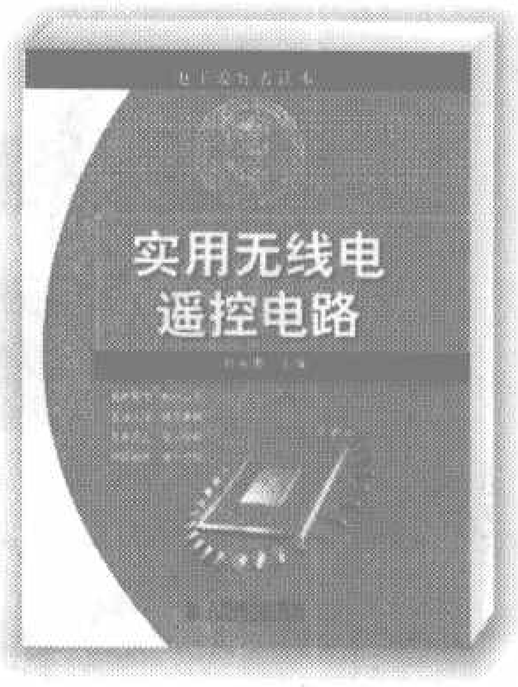
书号：15709
作者：梁吉铭
人民邮电出版社
定价：22元
邮购价：26元

电磁炉是现代厨房中的新宠，而修理电磁炉故障，是维修行业的新课题。《看图学修电磁炉》一书，充分利用了图说的优势，使我们“一看就懂，一学就会”，感觉步入了学习的捷径。

书中以市面上占有量比较大的美的、奔腾两个品牌的电磁炉为例，从认识元器件、学习电路分析开始，由浅入深地介绍了电磁炉常见故障和特殊故障的维修方法。讲解中的重点是故障分析、故障检测和故障处理方法，突出了维修的实用性，也使我们能够举一反三、触类旁通，完全掌握电磁炉的维修技术。

该书语言通俗易懂，由于采用数码照相技术，真实地拍摄了许多维修工具、元器件、电路板的外形，图文并茂、直观易懂，方便了学习者和操作者，让读者能从零起点开始学习掌握维修电磁炉的技术。

此外，本书附录中提供了大量电磁炉的电路原理图和维修数据，资料丰富、翔实，方便了维修人员的查询和使用。

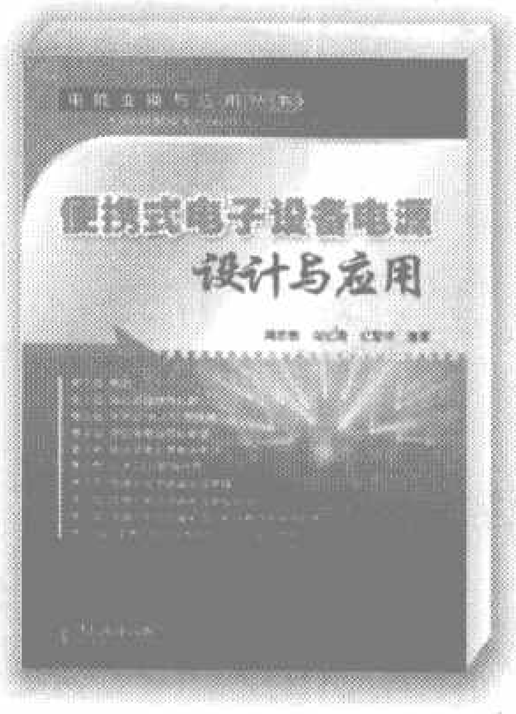


书号：15940
作者：陈永甫
人民邮电出版社
定价：29元
邮购价：34元

在多年的电路设计工作中，我发现，那些动手能力强、解决问题快的工程师，脑子里都积累有丰富的典型“小电路”。《实用无线电遥控电路》就是这样的介绍实用“小电路”的书籍。它引导读者在应用中学习原理，学以致用，这是学习遥控电路的捷径，会取得事半功倍的效果。

书中以通俗易懂的语言，主要介绍了各种无线电控制方式、控制技术和实际应用电路。其内容很全面，具体包括无线电遥控概述、单通道无线遥控电路、单通道步进式无线遥控电路、频分多路无线遥控电路、时分多路无线遥控电路、无线电遥控发收模块(组件)及其应用、综合应用与典型课题设计实例。书中给出了的各种无线电遥控实用电路150余例。在其中介绍了用于遥控的编译码器、遥控发收模块(组件)及特种器件近400种，种类丰富。另外，还介绍了各种编译码器、无线电发收模块和单元电路的合理选用、配接方法、设计技巧和装调方法等，有较强的实用性。

此书在章节的编排上设计了“要点”、“应用与导读”、“图表的使用”等栏目，适合于自学者阅读和使用。书中资料翔实，案例丰富，为从事无线电测控、电子电路设计与开发工作的技术人员提供了参考，也为大中专院校和职业院校相关专业的师生进行教学、课程设计、开展电子竞赛提供了实用资料。



书号：15850
作者：周志敏 周纪海 纪爱华
人民邮电出版社
定价：38元
邮购价：44元

技术新颖、内容全面、资料丰富，是设计人员选择科技图书的要素。《便携式电子设备电源设计与应用》一书除了上述特点，还介绍了PCB设计等实用技术，对产品设计非常有帮助。

书中结合国内外便携式电子设备电源技术的发展动向及应用实践，简要地介绍了便携式电子设备电源设计和电源管理技术。在此基础上，书中系统地阐述了低压差线性稳压器、开关式DC/DC变换器、电荷泵电源应用电路、锂离子电池充电器电路、白光LED驱动电路等。特别值得一提的是，除了介绍电路参数设计外，书中有关便携式电子设备电源管理、电源系统设计、电磁兼容性设计等内容，对从事开发、设计等技术人员很有启迪。

便携式电子设备的飞速发展，对新型电源在性能、体积、环保等方面提出了全方位的要求。此书的选材很贴近最新的进展，及时地满足了市场的技术需求。全书通俗易懂，相关数据图表丰富，侧重于实际应用。它对于电子、信息、航天、家电等行业从事便携式电子设备电源开发、设计和应用的工程技术人员有一定参考价值。

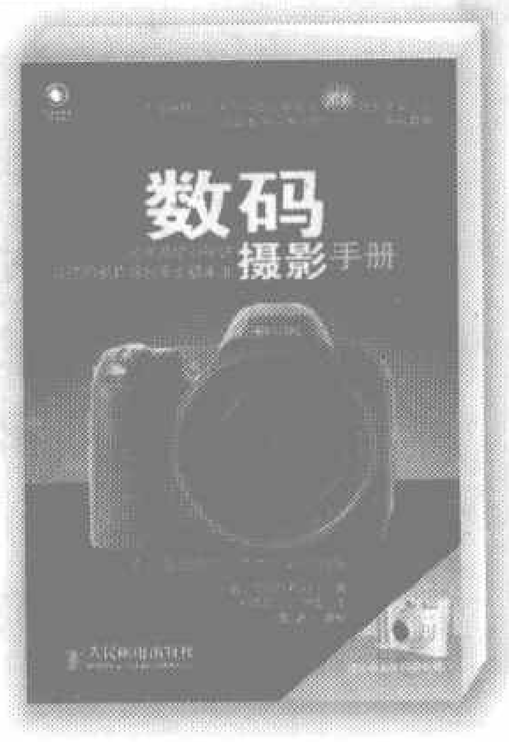
书号：15657
作者：广东省职业技能鉴定指导中心
人民邮电出版社
定价：35元
邮购价：41元

“动了再说”，是《从入门到精通——三菱FX2N PLC技术与应用》一书的鲜明特点，也就是先编写程序上机实际操作，然后从实际操作中理解指令及为什么这样编写，小修改程序后上机，分析结果后再大修改程序上机。书中内容全部是以实例为引导，并辅以大量图形，通俗易懂，从简单到复杂，使读者易于掌握，这无疑是快速入门，并走向精通的正确方法。

书中以三菱FX2N PLC为例，简要介绍了PLC的基本概念及编程软件的安装和使用，详细讲解了PLC的基本指令、功能指令和功能模块的用法。大部分的指令都附有针对性的程序实例，最后还给出了多个典型的工程实例，能够使读者消化前面的知识并启发了读者对系统编程的认识。

此书在编排上循序渐进，分为快速入门、快速提高、快速精通三个章节。不同层次的读者都可以在书中找到适合自己的起点，并从中受益。跟着书中的老师一步一步地动，看老师一步一步怎样说，这真是一本独特的实际操作指导书。

如果您在当地购买不到上述新书，请与《无线电》杂志发行部联系邮购，邮购地址：北京市南区崇文区夕照寺街14号A座。收款人：《无线电》杂志社，邮编：100061，联系电话：(010) 67134097-24。



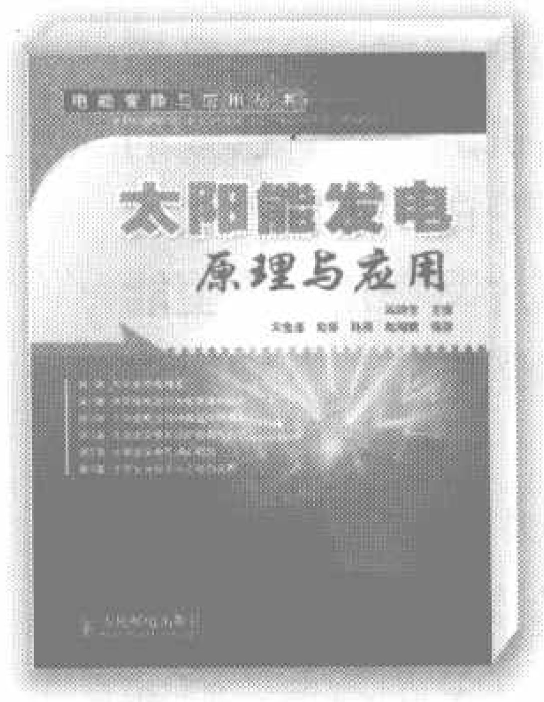
书号：16011
作者：[美]Scott Kelby 编著
人民邮电出版社
定价：29.80 元
邮购价：35 元

我买《数码摄影手册》，首先是仰慕其作者，美国人Scott Kelby，一位以畅销全球的获奖图书《Photoshop数码照片专业处理技法》闻名的大师。果然不失我望，此书引人入胜，竟让我多年不读书的先生爱不释手。对我等已“飞”了几年的摄影“菜鸟”，书中指出了提高数码摄影水平的方向和技巧，不仅简单易行，而且行之有效。

这不是一本充斥着令人不解的术语和费解概念的理论书籍，全书自始至终充满了朴素、实用的气息。每一页都描述了一个让照片效果更好的简单技法，告诉读者应该按下哪个按键，何时应使用何种设置。通过200余页有效的摄影秘诀的传授，以帮助读者每次都能拍出更清晰、更专业、色彩更生动、构图更好的照片。

书中采用幽默的语言向读者介绍了诸多摄影中的实用技巧，分别介绍了基本摄影技法、花卉摄影、婚礼摄影、风光摄影、体育摄影、人物摄影、避免问题照片、擅用数码摄影优势、旅游及城市风光摄影、完美输出、摄影秘诀等。全书图文并茂、通俗易懂，基本涵盖了相应的必备技法，不仅可以帮助读者解决实际拍摄中的大量问题，同时也为摄影爱好者提供了专业的指导和建议。质地很好的铜版纸，也让全书中的图片更鲜艳，更便于多次翻阅。

对于已厌倦拍出的照片效果平平的读者，这是一本带领你采用当今数码摄影大师惯用的简单易行的技法，轻轻松松地拍摄出高品质照片的实用指南。（**路东**）



书号：15955
作者：冯垛生
人民邮电出版社
定价：29 元
邮购价：34 元

随着科技的发展，太阳能发电已从人类的愿望变成了现实。不过大多数人并不了解其原理，也不知道它未来的具体的发展前景。《太阳能发电原理与应用》一书，不但普及了太阳能发电的相关知识，而且通过有深度的理论分析，介绍了发电系统中太阳能电池、控制器的原理、设计和制作等，可谓言之有“物”。

该书中，讲述了太阳能光伏发电的基础知识，如光伏发电原理、太阳能电池的原理与分类、并网发电和离网发电。同时，还介绍了重要部件光伏电池模块、控制器(特殊变频器)和蓄电池的类型。其后，讲解了系统控制方法，介绍了最大功率点跟踪控制的几种方案。最后，还介绍了光伏发电系统的应用，主要涉及太阳能PV空调器和太阳能电动车两种典型应用，并给出电路图、计算机控制软件和实验数据曲线。

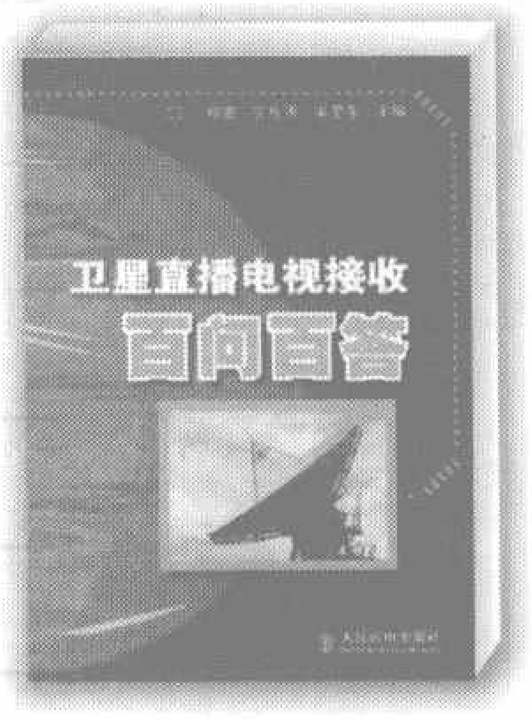
书中语言简练、图文并茂、数据图表丰富、资料翔实，是目前国内少见的有关太阳能发电的专著。它对引导广大读者走进太阳能发电领域很有帮助，对新能源、电力电子专业技术人员或相关专业师生很有参考价值。（**杨光**）

书号：16158
作者：TCL多媒体科技控股有限公司
人民邮电出版社
定价：33 元
邮购价：38 元

通过剖析具体产品，来了解LCD平板彩色电视机原理，是个不错的主意。《TCL LCD平板彩色电视机原理与分析》一书，由王牌产品的设计者们编著，提供了大量原始的技术信息，资料十分难得，是学习LCD平板彩色电视机原理的好教材。

书中系统地介绍了LCD(液晶显示)平板彩色电视机的性能特点、电路结构和工作原理，并进行了细致的分析。第一线的专家们在阐述理论时，图文结合，通俗易懂，由于有实际经验为支撑，内容不显空泛，易于读者理解、掌握。此书以TCL王牌GC32机芯为例，详细论述了LCD平板彩色电视机音频/视频信号的数字处理技术、电源电路及软件控制系统等。在讲解中，书中提供的丰富的各种电路图、连线图、原理方框图、波形分析图、数据图表等第一手资料，对平板彩色电视机设计、生产、检测、维修人员很有参考价值。书中介绍的电路，体现了LCD平板彩色电视机的最新技术成果。

这本书内容新颖、全面、系统，叙述深入浅出，通俗易懂，加上毫无保留地提供了许多原厂资料，值得阅读和收藏。（**康明**）



书号：16054
作者：郑雯 安维涛 车卫东
人民邮电出版社
定价：22 元
邮购价：26 元

《卫星直播电视接收百问百答》一书对刚刚开始接触收看卫星直播电视节目的读者来说，非常实用。

书中用通俗的语言配合实体图，以120例问与答的形式，首先深入浅出地介绍了卫星直播电视和数字电视的有关基本概念，其中既有基础知识，也有最新发展。然后，具体介绍了接收卫星直播电视的方法和所用设备。从用户的需要出发，详细讲解了接收卫星直播电视所用设备的选购、安装、调测、常见故障排除方法等内容。另外，书末附录中还编入了130种流行数字卫星电视接收机密码或特定操作顺序，以及69种流行数字卫星电视接收机的250个故障检修实例。这些资料非常丰富和珍贵，可以供卫星直播电视发烧友阅读和使用。

难能可贵的是，作为普及性读物，此书还提供了大量内容翔实的数据图表，资料性很强，提高了其实用价值。（**卫平**）

如果您在当地购买不到上述新书，请与《无线电》杂志发行部联系邮购，邮购地址：北京市南区崇文区夕照寺街14号A座。收款人：《无线电》杂志社，邮编：100061，联系电话：(010) 67134097-24。

编读往来

《无线电》于2006年第11期开始组织新型元器件样片赠送活动，消息登出后读者的积极反馈超过了编辑们的预料，申请高性能音频驱动集成电路LM4702的读者络绎不绝，有的读者担心不能获赠，除邮寄索取表外还专门打电话、发email到编辑部确认并对自己的情况和设计想法进行了详细说明，他们的热情和对新技术的渴求鼓舞着编辑们组织更多、更好的文章和活动为读者服务。

同期杂志还附加了《我的杂志我做主！》读者意见表，关心《无线电》发展的热心读者各抒己见，给我们提出了很多建议和要求，为此编辑部决定开辟一个“编读往来”的版面，摘登部分读者来信，加强和读者的沟通和互动。欢迎读者朋友随时给我们来信来电，说说您对文章、光盘内容的看法和建议。

《无线电》全体编辑：

你们大家好！在此首先感谢你们及时把“《无线电》读者意见表”和“赠送高级音频IC”刊发出来，使我等“烧哥烧姐”们又回想起当年“激情燃烧的岁月”。自从接触《无线电》杂志到现在，不管工作性质怎么改变，我一直都在订阅。不过自从《无线电》的姊妹刊《高保真音响》创刊后，《无线电》在“音响”方面的分量是越来越少，要不是你们及时刊出“意见表”和“赠送高级音频IC”消息，我正准备忍痛丢弃订阅了20多年的《无线电》（幸好邮局订报人员未到）。为此，我建议将音响园地加强。

（贵州 陈和伟）

感谢陈和伟读者对《无线电》的支持和建议！编辑部综合其他读者的意见，经讨论采纳了这个建议，已从这一期开始开设了“音频应用”栏目，介绍和音频有关的运放、功放、电子电位器等新型元器件等内容，以满足对音频电路感兴趣的读者的需要。如果您希望在这个栏目中看到自己感兴趣的内容可通过写信、电话或发邮件等方式告诉我们，我们的编辑一定会根据大家的要求尽力组织好的稿件奉献给您。“我的杂志我作主”，我的栏目也是我做主才对！现在就拿起笔告诉我们您对本期“音频应用”栏目文章的看法！

编辑先生：

你好！

值此征求意见之际，提一点希望也可以说是请求，我已经弄懂了数字电路的普通知识和制作，想学点单片机的知识。已登的文章有些看不懂，因我连单片机是什么都弄不明白。如有的文章介绍用某芯片作单片机，有的文章又说要向芯片写程序。希望能由浅入深针对入门者介绍单片机是什么、有哪些种类、各种用途等。

（天津 冯宗禹）

单片机的应用已经非常普遍了，新型的单片机芯片也是层出不穷，《无线电》一直在为普及单片机技术而努力，从本期开始有一个新的“跟我做AVR单片机实验”系列文章与读者见面，作者专门为初学者设计制作了一个通用实验板，通过一些简单有趣的实验帮助读者学习和掌握AVR单片机的相关知识，希望这些文章能对您有所帮助。我们也会注意降低相关文章的难度，满足刚入门或还没有入门的读者的需要。欢迎已经成为高手的读者朋友把学习单片机的心得体会总结出来为新手们指点迷津。

新型元器件样片索取表

本人是《无线电》杂志的忠实读者，希望获赠2SA2151/2SC6011样片2对（4只）。

姓名：__________ 年龄：__________ 工作单位：____________________ 职位：__________

联系电话：____________________ E-mail：____________________ 邮编：__________

通信地址：____

应用设想：____

____

____

____

（如写不下，可另附信纸。）

感谢日本三垦电气公司及特约经销商汕头市原音电子有限公司对本次活动的支持。

请将此申请表填妥后邮寄至：

（100061）北京市崇文区夕照寺街14号A座《无线电》杂志社市场部

2007年1月

编读往来

编辑同志：

贵刊一直是我多年来喜爱的杂志之一，在实践中对我帮助很大。退休了，但钟爱贵刊的心情没有退休。

有一点想法，供贵刊参考：希望贵刊今后多增加一些国外的有关无线电专业的应用文章以及最新、适合广大群众需要的实用产品，以借鉴学习、扩大我们的眼界。

（贵州 王立柽）

谢谢王立柽读者对《无线电》的喜爱！今年编辑部重点策划的“新型元器件样片赠送活动”，就是想把国外优秀的新型半导体元器件介绍给读者，促进新技术的应用。您提到的增加国外电子技术类的文章的意见编辑部的同事在编前会上经常讨论到，以前也在杂志上刊登过海外电子制作类的稿件，今后我们会继续收集这方面的信息，也希望对国外电子技术比较关注和熟悉的朋友多与我们联系，提供优秀元器件的线索，写出好的文章奉献给读者。

《无线电》杂志社：

你们好，今天1月4日终于等到2007年第一期杂志了，当邮递人员把杂志送到我手上的时候，发现光盘已经破了，破成三块了，不能使用，看封面的内容还比较丰富，可惜不能用了。可能是运输途中损坏的吧！不知道还有没有第一期的光盘，如果有，能否给我寄一张？

另外，建议把光盘夹在杂志里面，这样损坏的机率小得多，其他杂志都采用这样的方式！

（重庆 魏长城）

配刊光盘在运输过程中被损坏的情况时有发生，杂志社已委托北京报刊发行局负责破损光盘的调换。不论是邮局运输、包装方式，还是光盘生产厂家的原因造成的，请读者在收到这样的光盘时，一定要及时同当地的邮局联系更换。我们每期都给邮局提供有部分备用的光盘，以防在运输途中损坏，请让你所在的邮局与北京报刊发行局联系索取，超过一定时间后就不能更换了。

谢谢魏长城读者的建议！杂志社的印制部门会尽量改进包装方式，严格把好光盘质量关，把能做到的工作做好，让读者满意。

你好，我是《无线电》的读者。我们这里的电动车特别多，时常有朋友叫我修电动车充电器(DC36V,DC48V)，因我的水平有限，上面的型号已摩损，希望你们在下一期介绍一下原理和检修方法。谢谢！

(huayhaoy@163.com)

近年来购买电动车的人越来越多，《无线电》2006年第11期刊登过《电动自行车在线防盗装置》，受到读者欢迎。但是电动车充电器的原理和维修还没有介绍过，接下来编辑部会尽快组织这方面的稿件帮助读者掌握相关知识，也请对电动车充电器比较熟悉的读者踊跃投稿，和其他朋友分享您的维修经验。在这里先推荐一个相关的网站给大家：电动车商情网技术园地：http://www.cebike.com/news/search.asp?lbid=2&xlbid=2，上面有一些关于电动自行车常见故障的维修、日常保养维护的文章，先参考一下吧。

LM4562样片 获赠名单

编者按：本刊于2006年12期杂志上刊登赠送LM4562样片活动的消息后，收到了很多读者的索取表，我们感谢这些朋友对我们活动的支持，由于样片数量有限，我们选取其中的50位在来信中附带详细设计思路的朋友，提供LM4562样片。名单如下：

李鸿英（上海）	王　强（江西）	李俊德（广西）	李爱民（云南）	任师斌（黑龙江）
刘华锋（北京）	张宇鹏（浙江）	孙松芳（山东）	李　根（广东）	成元学（山东）
孙建业（广东）	韦德华（河北）	郭浩成（上海）	王　力（北京）	钟武里（浙江）
林　凯（江苏）	吴汉斌（广东）	吴德钧（贵州）	孙明国（山东）	刘宇凡（上海）
王海平（浙江）	郭伟强（黑龙江）	郑　新（陕西）	王钧瑞（天津）	丁海川（广东）
李万乐（河南）	湛宗儒（湖北）	宋正璞（北京）	黄金生（上海）	李德兴（江苏）
吕建中（浙江）	邓　建（广东）	方建军（浙江）	练昌俊（广东）	赵瑞星（河南）
郑　鑫（北京）	郭　晓（内蒙古）	曾德夫（海南）	钟虎威（江苏）	潘　晓（贵州）
张广超（北京）	蔼天彩（广东）	邹德熙（山东）	陈友淦（陕西）	郑海斌（四川）
于敬铭（山东）	王保忠（河南）	于　伟（北京）	林文彬（江苏）	朱南光（江苏）

编读往来

在今年第1期的"编读往来"刊登了向读者征集对新增栏目"音频应用"的意见和建议的消息后，很多热心读者和通信员给我们来信、来email发表了他们的看法：

山东 于永泉：这个栏目不错，但本期的内容偏难，文章最好不要太专业了，如果该栏目的读者有60%的人认为偏难，那就浪费了编辑的心血，让读者的期望落空。可以增加功放、收录机、有源音箱等摩机，甚至是优质二手器材的推广，这些都是初学者感兴趣的。

山西 杨德印：开设"音频应用"栏目是可行的，但它毕竟是无线电、电子技术的一个专业分支，因此所占页码不宜太多。

上海 顾宪成：我感到该栏目似乎偏窄，不如改为"视听专栏"。这样可把"视"这部分也包括进来。

江苏 汪遵基：只有少部分读者对该栏目感兴趣，有的读者认为如对音频应用感兴趣则会去订《高保真音响》杂志。

安徽 徐建东：此栏目开办得好，在《无线电》的读者里有很多是音响爱好者和发烧友，以前经常看《高保真音响》，现在就可以更好地在《无线电》里学习了。

上海 顾剑鑫：大家认为这个栏目开得很好，特别是对搞音响的发烧友来说是个福音。文章最好通俗易懂，不要太复杂，既要有高端的、也要有普及的，能满足不同层次读者的胃口。

河北 王保军：希望本栏目办得实在点，不要太多泛泛而"谈"，毕竟读者中专家、教授不多。初学者需要"入门辅导"类文章，以期能通过阅读《无线电》而快速入门。

内蒙古 张华：这个栏目应该说很适合大家的阅读，但任何一个栏目都要难易结合，要适合大众阅读能力，不要搞成象牙塔。应该加些简单易行的、做起来容易上手的文章。

湖北 邓志忠：很多无线电爱好者都是音频爱好者，我们欢迎开设这个栏目。不过，希望这个栏目要突出一个"新"字，即多登一些介绍新器件、新技术、新工艺、新思路方面的文章。

广东 周永海："音频应用"栏目的增加是适时的，目前许多无线电爱好者对音响的兴趣正在增加与扩大，特别是汽车音响与家庭影院，因为随着汽车拥有者的日益增多以及平板电视的逐渐普及，与之配套的音响系统必然成为家用电子产品的主流之一，希望《无线电》多刊登与上述项目相关的最新动态、发展方向、维修技巧及最新音响电路的应用等文章。

河南 张文有：许多无线电爱好者都喜欢音响内容，动手制作也是从音响发烧开始。作为国内权威性的电子刊物《无线电》，应该多刊登一些国内外最新的电子动态，音响的发展方向，最新音响电路等文章较好。

北京 王泽民：文章应通俗，重点在应用。希望在音频制作上重点关注！

新疆 袁德生：希望看到自制各种场合下使用的音频电路。

河南 阴建强：希望介绍一些功率较大（10W～200W）的音频放大器电路，要有原理和印制板图，最好组织元器件或散件供应。

……

在此，感谢读者朋友对《无线电》的支持和关心！编辑部会根据多数读者的意见，调整选题和难易程度，组织读者喜欢的内容。希望有更多的读者给我们提出不足之处和改进的建议。

还有部分读者把近期关注的热点问题和希望在《无线电》中看到的内容发给了我们（见"读者点题"），如果你是这些方面的专家、高手，如果你手上正好有读者想要的资料，欢迎踊跃投稿！

读者点题

- 目前市场上MP4产品品牌日益增多，且鱼龙混杂，常令选购者眼花缭乱，无所适从，且不乏不法奸商以次充好、浑水摸鱼，给消费者造成损失。希能组织专家撰写有关知识介绍及选购要点方面的文章，以飨读者。
- 采用DVD存储媒体的DV是个消费热点，希望看到相关质量指标评价和如何选用等内容的文章。还有，希望介绍一下37英寸以上大屏幕彩电技术上的发展动态。
- 现在的液晶电视机一般都有可作为电脑显示器的功能，且都留有I/O端口，但厂家不附送电脑与电视的连接线，市场上也不多见，请介绍能不能自制，需注意什么，如何制作等。
- 希望多介绍用AT89C2051简单单片机构成的实用电路以及"常用电子元器件检测技巧"这类实用文章。
- 单片机外围器件的使用，例如：DS1820、DS1302、AD转换等。
- UPS汽车导向、手机电视、数字电视、数码相机、七彩霓虹灯闪光、光纤通信、太阳能电池等新能源。
- 希望看到手机及厨用电器维修方面的文章。
- 希望近期对Proteus软件多些介绍。
- 希望看见有关PLC的知识。
- 希望在光盘中看到家电维修方面的视频内容。
- 希望在光盘中提供一些目前比较流行的电子电器设备的各种封装形式资料，供维修人员及爱好者学习及参考。
- 以前的PROTEL 99SE视频教程很好，但这都是推出好几年的软件了，像PROTEL DXP2004 SP2都有中文界面，有没有视频教程？
- 各种家用电器系统性资料、数据、图纸。
- 希望能见到新型家电的电原理图等资料。
- 希望在光盘中看到晶体管手册。
- 希望光盘中有关于冰箱或空调的常见故障检修的视频内容。
- 彩电维修图纸，显示器方面的资料。

……

（投稿信箱：radio@radio.com.cn）

2SA2151/2SC6011样片 获赠名单

编者按：本刊于2007年1期杂志上刊登赠送2SA2151/2SC6011样片活动的消息后，收到了很多读者的索取表，我们感谢这些朋友对我们活动的支持，由于样片数量有限，我们选取其中的50位在来信中附带详细设计思路的朋友，提供2SA2151/2SC6011样片。名单如下：

曹发先（新　疆）	金基优（安　徽）	董志国（河　北）	王应坤（湖　北）	郭定民（广　东）
李学军（宁　夏）	冯洪胜（黑龙江）	孙宝春（吉　林）	高建明（广　东）	陈正兵（广　东）
石敬东（内蒙古）	邹天汉（山　东）	赵春光（黑龙江）	张　昊（北　京）	庞建平（四　川）
田　凯（四　川）	陈锡建（陕　西）	丁　锐（黑龙江）	于耀东（江　苏）	佟福宏（辽　宁）
陈国伟（香　港）	林　国（福　建）	赖　坤（四　川）	徐宏涛（湖　北）	赵鸿波（宁　夏）
谢明魁（贵　州）	吴鸿武（广　东）	刘　军（安　徽）	雷勉权（浙　江）	姚立根（江　苏）
陈慧民（陕　西）	康　泳（陕　西）	张学军（湖　南）	董　超（河　北）	赖树　（广　东）
孙润田（河　南）	段立军（吉　林）	黄太清（安　徽）	齐红阳（河　南）	张春生（新　疆）
高希名（吉　林）	孟　践（辽　宁）	熊　永（湖　北）	孙　浩（北　京）	王　刚（广　东）

《无线电》杂志社推荐书目

品牌推荐　89488　《无线电》2001–2005年合订本（2CD–ROM）　邮购价：40元／套

新书上架		邮购价
15709	看图学修电磁炉	26元／本
15940	实用无线电遥控电路	34元／本
15693	怎样识别和选用集成电路	22元／本
15515	电动自行车电气故障诊断与维修	17元／本
畅销图书		**邮购价**
15129	触摸屏与PLC入门	35元／本
15195	监控组态软件和PLC入门	37元／本
15231	新编电工实用线路200例	20元／本
14091	《无线电》家电维修精汇	35元／本
14021	无线电问与答精汇	41元／本
13545	无线电制作精汇（2）	38元／本
13544	无线电元器件精汇（第2版）	38元／本
13424	无线电识图与电路故障分析轻松入门(第二版)	35元／本
13435	无线电元器件检测与修理技术轻松入门(第二版)	35元／本
14260	例说8051	39元／本
15197	零起步轻松学电子测量仪器	22元／本
15127	数字电视知识解读	28元／本
14781	图解电力拖动系统电路	22元／本
15615	怎样识别和检测电子元器件	23元／本
14427	怎样看数字电路图	23元／本
12537	看图学电工技能	34元／本
12337	电子节能灯与电子镇流器的原理和制造	32元／本
11814	识读无线电电路图快速入门	26元／本
11826	彩色电视机单元电路应用与维修手册	44元／本
11819	无线电遥控组件及其应用电路	26元／本
12263	通用集成电路的选择和使用	25元／本
06131	怎样看无线电电路图(修订本)	17元／本

强势品牌		邮购价
2–75	《无线电》杂志及增刊	
2003–2006年第1～12期，2007年第1～12期		6.8元／本
9020052	《无线电》2005年增刊	28元／本
2003年增刊	大屏幕显示器电路解说及维修方法	28元／本
2002年增刊	国产彩色电视机电路解说及维修资料	25元／本
2001年增刊	进口彩色电视机维修资料	28元／本
2000年增刊		6元／本
《无线电》合订本		
14164	2005年上册　28元／本　14165　2005年下册	28元／本
12887	2004年上册　28元／本	
11940	2003年上册　28元／本	
11854	《无线电》2006年合订本上册	28元／本
11855	《无线电》2006年合订本下册	28元／本
82–590	《高保真音响》	
2003–2005年部分期，2006年第1～12期，2007年第1～12期		15元／本
9020021	《高保真音响》2002年增刊	28元／本
光盘产品		**邮购价**
89497	长虹最新彩电电路图集（2CD–ROM）	40元／套
2399	创维最新彩电电路图集（CD–ROM）	40元／套
788024	5.1声道DVD质量样版试机碟（1DVD）	38元／盘
68147	国内外名厂扬声器资料汇萃（CD–ROM）	40元／套
00010	《高保真音响》1994–1998年合订本（4CD–ROM）	110元／套
010013	新型彩色电视机原理与维修（15VCD）	300元／套
0030910	VCD/DVD视盘机原理与维修技术讲座（10VCD）	200元／套
040038	最新打印机工作原理及检修（4VCD）	80元／套
990006	彩色电视机实用维修技术（8VCD）	144元／套
990004	冰箱实用维修技术（4VCD）	72元／套
020015	空调器实用维修技术（6VCD）	108元／套

邮购方法：请将购书款汇至北京市南区崇文区夕照寺街14号A座，收款人：《无线电》杂志社，邮编：100061，请在汇款单附言中注明书号及册数（如购买杂志请注明年份及期数，如要挂号购买杂志请另加3元挂号费），联系电话：(010)67134097–24。

编读往来

《无线电》杂志社编辑：

您好！

我是贵杂志的忠实读者，在考入大学的这两年来，课堂上学的一点东西远远不能满足我们真正的需求，通过读《无线电》，我掌握了很多新的知识，对我们所学习的理论知识有了更深刻的理解。感谢各位编辑的辛勤付出！

但在看过贵杂志后，我也有新的建议，就是希望能在杂志中更多地涉及一些初级的东西。比如：初学者园地里，是否能够结合理论知识编写一些简单的电路？可操作性提高些，把理论知识讲解得透彻一些。记得在贵杂志网站的技术论坛上，有人给版主发过一些元器件的图片，让版主帮助识别是什么元器件，这说明其知识能力还有待提高，我们为什么不给这样的读者一个学习的地方呢？比如：单片机的基础知识，元器件的理论知识（到现在我还容易把有效值、峰峰值、平均值混淆了，呵呵……），实际制作时的元器件的参数计算（像三极管的偏置电阻的阻值、电流）等。

我也曾经错过买杂志的时间，当买到新的一期后，发现和最近的一期衔接得不是很好，不知道漏买一期的内容是什么。不知道其他的读者是否也和我一样有过类似的感觉？希望能有所调整。

这些只是我一个忠实读者的建议，言语中如有不当，请见谅。希望贵杂志越办越好！

谭宗良（tanzongliang@sina.com）

谢谢谭宗良读者对《无线电》的关爱和建议，热心读者的支持是编辑们工作最大的动力，再苦再累，只要读者满意，我们就感到无比的满足！

电子技术是一门实践性很强的学科，需要通过多动手、多练习才能更好地理解书本知识，掌握相应的技能。“通俗实用”是编辑们选择加工稿件的重要标准之一，希望文章能帮助读者解决电路维修、制作、设计中遇到的实际问题。最近，和谭宗良读者一样希望杂志多介绍一些“初级的东西”的读者比较多，编辑部会认真听取读者的意见，在接下来的选题计划中增加入门级文章的篇幅，同时在表现形式上也会增加图片和实物照片，提高文章的可读性和实用性。小编们深知，读者朋友中藏龙卧虎，欢迎已入门的高手把你的心得体会或得意之作写成文章发到编辑部，和更多的爱好者分享你的成功经验。有数码相机的朋友投稿时可同时多提供一些电路板或元器件的照片，这样你的稿件被选中的机会就会大很多噢：）

关于杂志的衔接问题，小编们其实在组织稿件时是很注意的，如果读者细心观察就会发现，每年杂志上都会有几个重点的选题是成系列的文章，目次页中每个大栏目下的黑体字就是系列文章的小标题，如现在正在刊登的“液晶显示器维修讲座”、“跟我做AVR单片机实验”等。如果读者不是连续订阅，可到《无线电》杂志网站（www.radio.com.cn）首页点击左侧的“以前的杂志”查阅各期的目录。另外编辑在成系列的文章题目前加了编者按，简介上一期的内容并预告下一期的内容，一定要注意看哦，不然编辑的心血就白费了，呵呵。

读者点题

《无线电》杂志：

我是无线电的忠诚读者，从1985年就开始订阅，是我生活、工作的好帮手。

现在市场有很多的拾声器销售，价格高低不等，性能也有很大的区别，用了几种都不是很理想，而性能好的拾声器（特别是有DSP功能的高档产品）都技术保密，芯片都经过打磨，给维修和使用带来非常大的不便，能否在以后的刊物里介绍几种性能好的高挡拾声器电路？

（吉林 杨海成）

如果你是这些方面的专家、高手，如果你手上正好有上面的读者想要的资料，欢迎踊跃投稿！同时欢迎更多的读者把近期关注的热点问题和希望在《无线电》中看到的内容发给了我们，我们会根据读者的要求组织相应的稿件。

来稿来信请发到：radio@radio.com.cn。

PT8R2012W样片 获赠名单

编者按：本刊于2007年第2期杂志上刊登赠送PT8R2012W样片活动的消息后，收到了很多读者的索取表，我们感谢这些朋友对我们活动的支持，由于样片数量有限，我们选取其中的50位在来信中附带详细设计思路的朋友，提供PT8R2012W样片。名单如下：

张　波（贵州）	张光明（甘肃）	李凤叶（山东）	张奇佳（广东）	李　强（河南）
张玉祥（山东）	黄德阳（上海）	吕泽斌（安徽）	何恃熙（浙江）	钟武军（浙江）
林建钢（广东）	孙明明（上海）	李　建（黑龙江）	吴张华（北京）	张　浩（河北）
李　卓（陕西）	谢　洋（北京）	李德兴（河南）	唐　清（江苏）	宁保全（广东）
郑　昊（福建）	王树祥（河南）	孔祥军（广东）	赵晓萌（广东）	吴群虎（新疆）
韩　宁（河北）	张　胜（北京）	陈俊杰（上海）	张敬杰（河南）	柳长惠（四川）
尚文君（北京）	潘晓峰（贵州）	张海英（河北）	林建刚（上海）	黄恩德（广东）
杨　帆（山东）	李友全（四川）	王鑫鹏（北京）	邱　华（上海）	王　健（江苏）
张海阳（山东）	马　宇（吉林）	刘天华（北京）	罗毅英（广东）	李宇凡（广东）
郑　斌（上海）	付方明（北京）	郭　晶（四川）	陈恩军（湖北）	王向东（湖北）

编读往来

《无线电》今年第1～4期刊登了北京市中小学生电子技术竞赛的试题后，部分读者和通信员向编辑部反馈了各地青少年和职业学校电子科技活动开展的情况：

天津 孙涛：在天津，有的中小学开设了兴趣小组，有的叫第二课堂，电子技术被称作科技组或制作组。目前学生们对于家电的原理比较感兴趣，如电视信号是怎么来的，电视图像是怎么显示的等等。在制作方面，对一些小的制作（如电子门铃等）比较感兴趣。

湖北 王涤生：湖北省每年都会举办至少一次相关的电子活动，如2006年举办的“湖北省第9届青少年无线电‘荆楚杯’制作活动”参加学生大约4000人。活动在省内报纸和省市电视台都作了相应的报道，社会轰动效应很大，活动效果也很好。

河南 阴建强：我们郑州地区每年举办一次职业学校电子专业的技能大赛，邀请有电子专业的学校，精心选派技能比较好队员参加比赛，一般每项比赛每校2人，设置有“彩电故障维修”，“电子产品设计制作”等比赛项目，大约有50多人参加。

在来信中，读者希望多刊登他们感兴趣的制作类文章，并提供相应的套件。如湖北襄樊第三技工学校的邓志忠老师说：“我所在的技校经常开展各类技能竞赛活动，很受学生欢迎。开展的活动主要包括组装收音机、按要求组装各种控制电路等。学生对具有一定实用价值或趣味性的制作比较感兴趣。建议《无线电》杂志能够组织或推荐一些相关的优秀套件，肯定受欢迎。”

山东德州大学的张福安老师说：“《无线电》的读者不应仅限于层次较低的读者群，也可面对大学生。是否可组织一些全国大学生电子设计大赛的内容和文章，并组织一些必要的配件？像我们这样的学校就非常需要这样的材料。”

由此看来，在《无线电》上刊登针对中小学以及职业学校电子活动的内容是很受学校师生欢迎的，但在套件的供应上还不能满足读者的需要，因为写文章的作者和生产套件的厂家没有结合起来。为此编辑会在组织稿件的同时积极同相关厂家联系，争取多刊登一些既有文章，又能很方便买到制作材料的项目。也欢迎广大读者向我们推荐好的制作、比赛活动项目和套件厂家！

读者点题

以下是读者和通信员了解到的青少年感兴趣的内容，欢迎您就下列题目踊跃投稿：

河北 严士农：青少年对一些趣味性的简单电路感兴趣。如精巧的干电池高效发光二极管手电筒；廉价单片集成电路收音机电路等。

广东 丁玉生：青少年一般对好玩、自己可以有所发挥的电子制作感兴趣。像我小时侯就自己作过台灯、风扇、音响等东西，材料都是自己从旧家电上拆的。

河南 韩军春：青少年对声控、磁控、触摸等一些简单易作的电路比较感兴趣。

浙江 吴国清：最感兴趣的是无线电通信、无线电遥控等方面的电路或制作。

辽宁 徐涛：他们对遥控模型方面很感兴趣。

山东 于永泉：学生喜欢制作元器件容易找到的电路，最好是分立元件电路，电路的效果直观会更好，如有声、光、电等效果。

内蒙古 张华：现在青少年对家庭实用的小制作很感兴趣，比如声控灯、有线对讲机、无线话筒等。因为制作起来简单，而且很有成就感，这一点很重要。

（投稿信箱：radio@radio.com.cn）

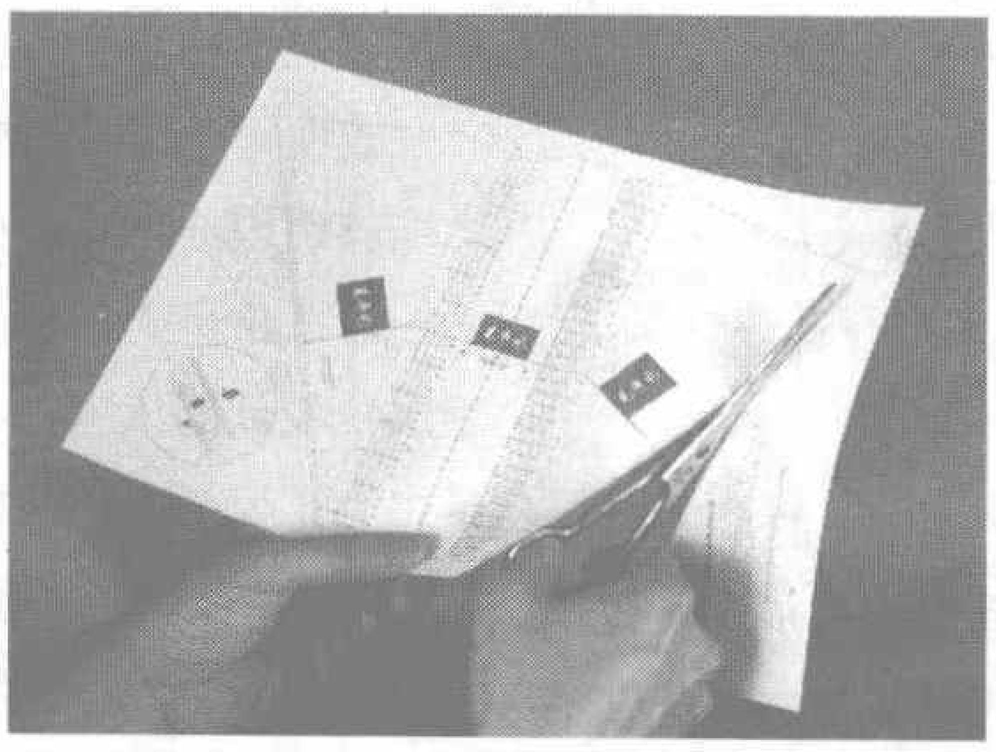
OPA2277样片获赠名单

编者按：本刊于2007年第3期杂志上刊登赠送OPA2277样片活动的消息后，收到了很多读者的索取表，我们感谢这些朋友对我们活动的支持。由于样片数量有限，我们选取其中的50位在来信中附带详细设计思路的朋友，提供OPA2277样片。名单如下：

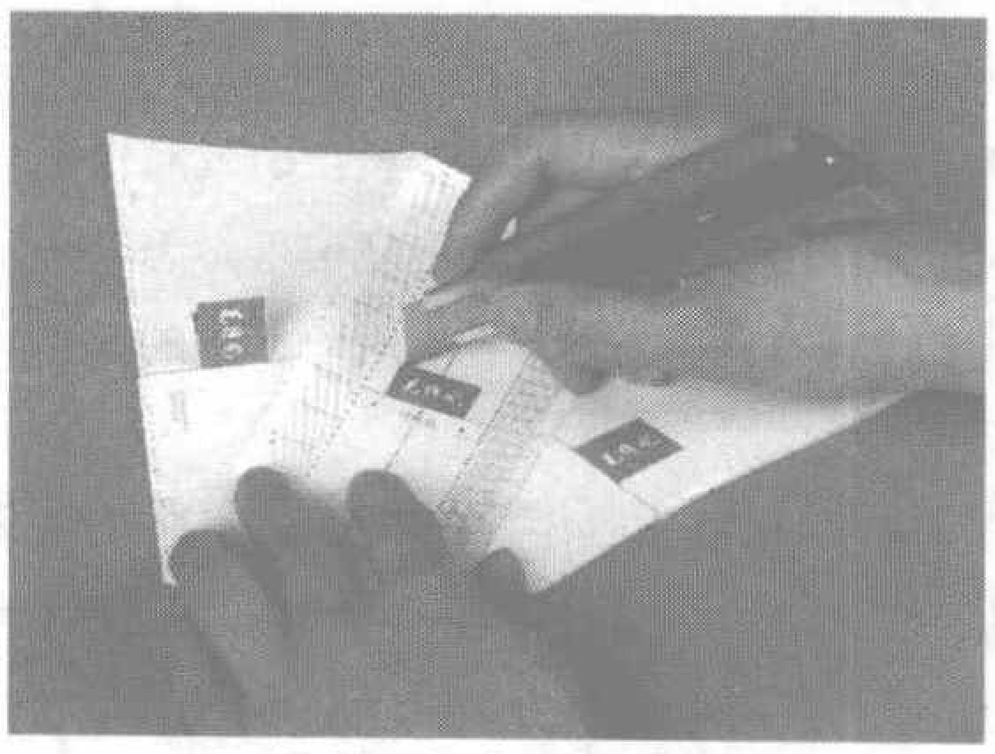
王　维（天　津）	洪　良（河　南）	常岩柱（陕　西）	许长青（广　东）	李松军（湖　南）
黄金生（上　海）	张春生（新　疆）	雷永俭（广　西）	杨长胜（上　海）	王野平（吉　林）
黄海光（海　南）	王要武（福　建）	杨立秋（北　京）	陈楚泽（广　东）	吴菊英（浙　江）
赵子轩（安　徽）	金德成（上　海）	赵　昆（湖　北）	黄　渭（陕　西）	周建强（浙　江）
刘海峰（陕　西）	曲日强（山　东）	王兴爱（山　东）	任保华（河　北）	杨晓萍（四　川）
王巳熏（江　西）	高剑川（河　北）	李　华（山　东）	候作凤（山　东）	王应坤（湖　北）
张　帅（天　津）	伍　龙（四　川）	刘肖明（上　海）	陈志平（四　川）	崔吉林（重　庆）
钟武军（浙　江）	金基优（安　徽）	张勇军（新　疆）	刘长收（北　京）	李伙炼（广　东）
陈　锟（江　西）	李　昊（河　北）	张国荣（内蒙古）	李万乐（河　南）	张孝慈（辽　宁）
吴文强（山　东）	刘朝宇（四　川）	李盛福（河　南）	朱健康（江　苏）	袁　刚（贵　州）

“数码相机对焦精度简易检测标板”使用简介

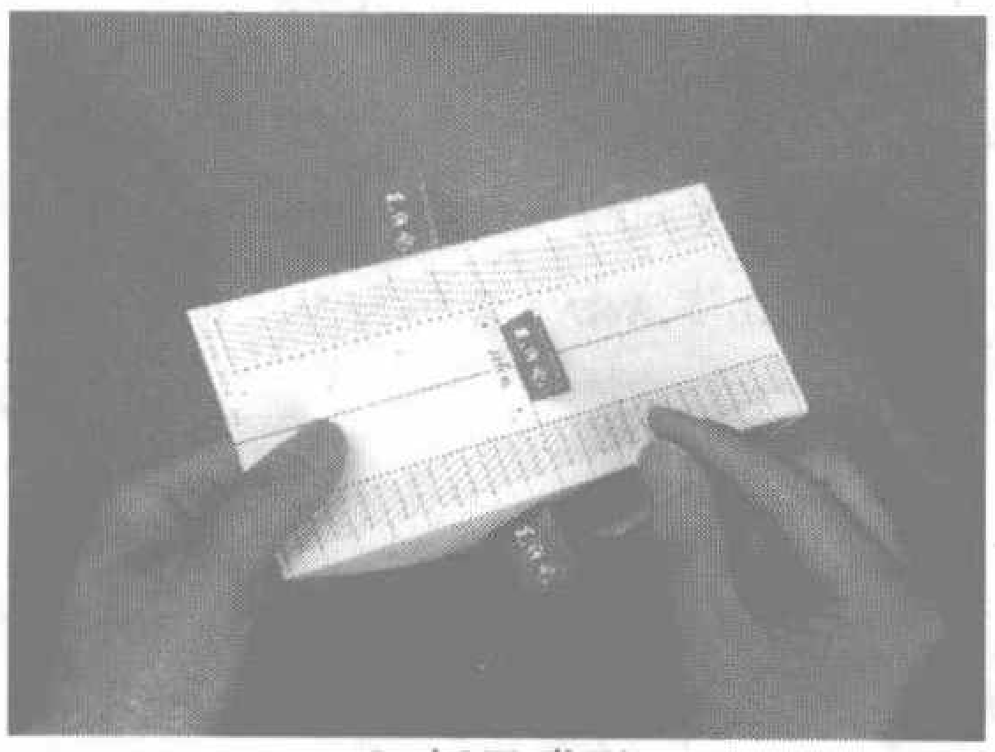
现在800万像素的数码相机已降到2000元左右，许多无线电爱好者用它把元器件、电路板、波形图等拍成照片作为资料保存，或上传到论坛和网上的朋友分享，既方便又经济。但是你是否遇到过拍出的照片对焦不准、图像模糊不清的情况呢？本期彩插第3页印有一张“数码相机对焦精度简易测试标板”，可方便地帮你粗略测试出相机的对焦质量，使用方法如下：



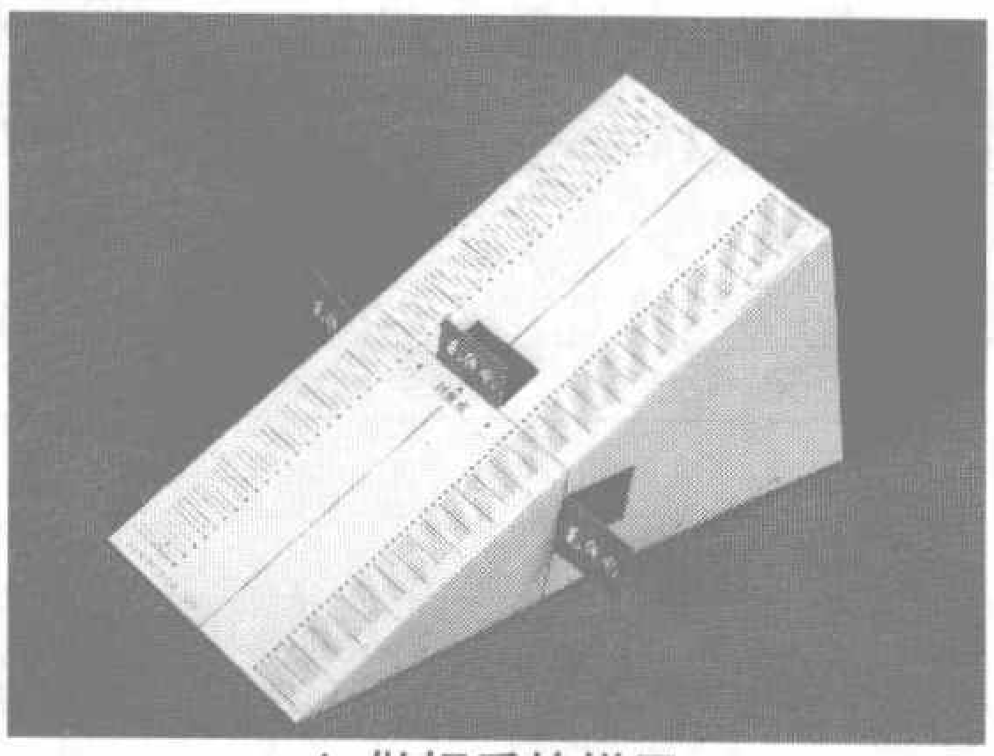
1. 沿边缘裁下图样，然后裱糊在硬卡纸上



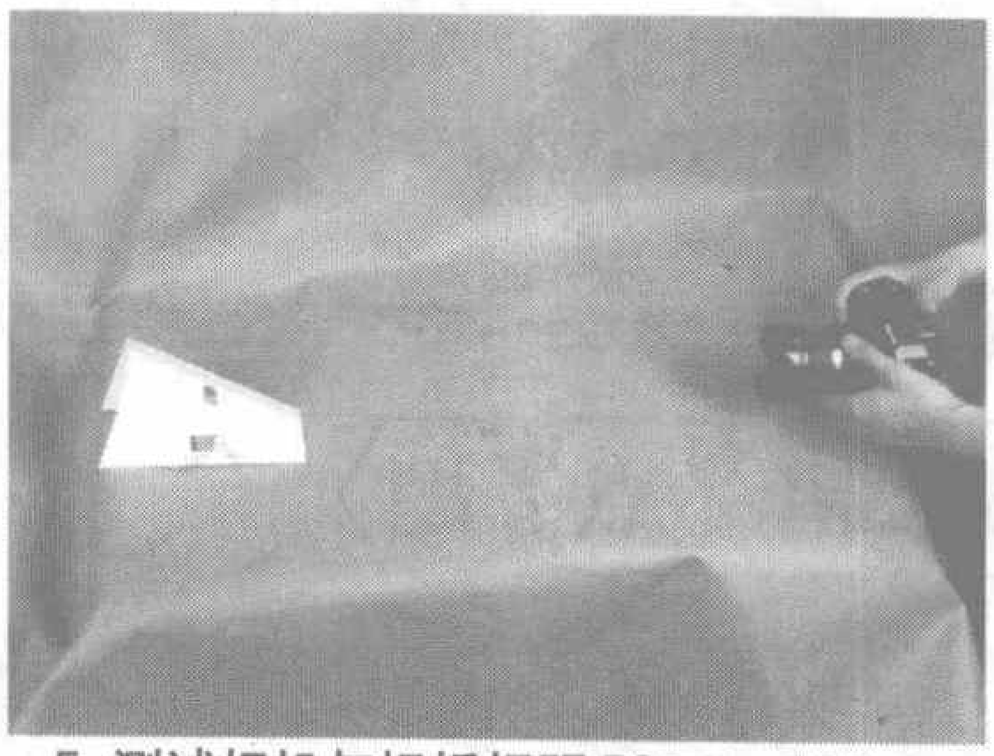
2. 用刻刀切割开对焦标志



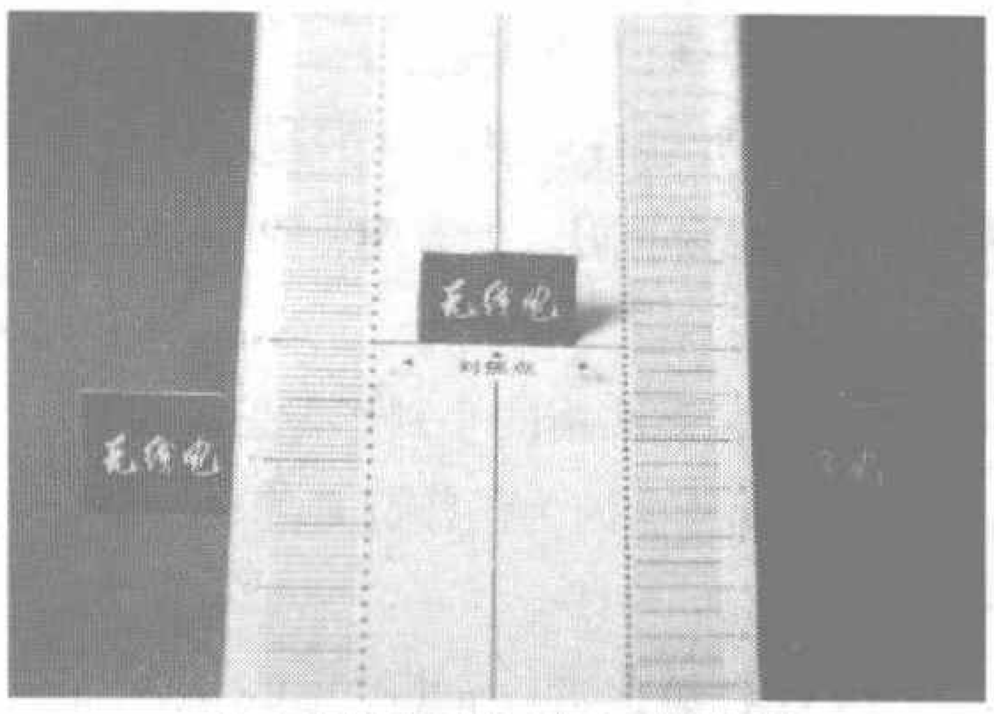
3. 折叠成形



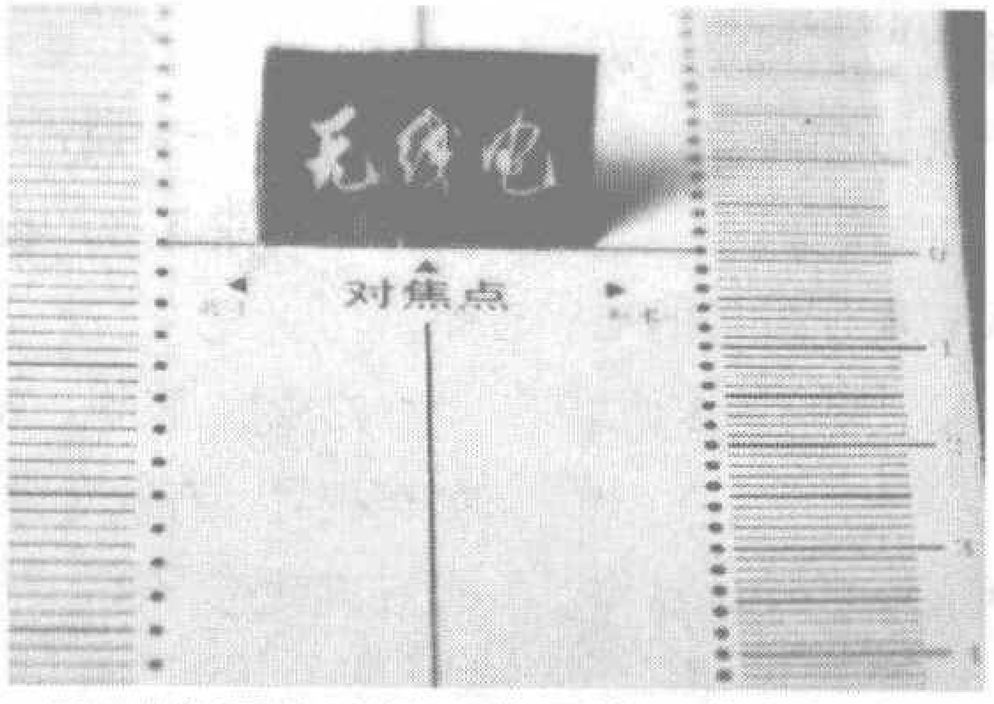
4. 做好后的样子



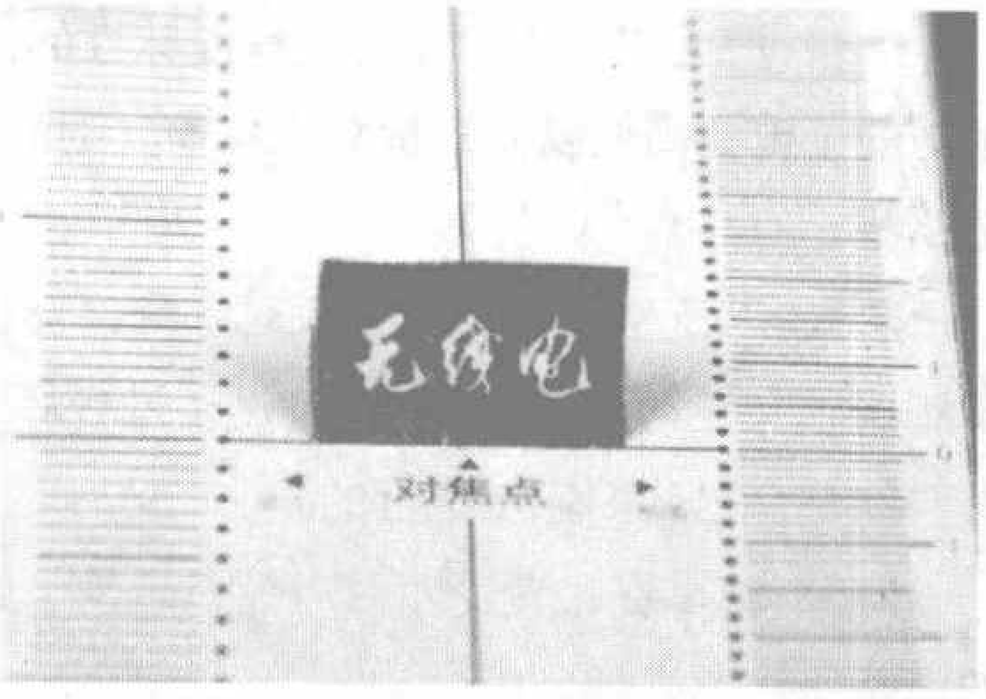
5. 测试相机与标板相距50cm～100cm



6. 对焦准确时拍下的照片



7. 对焦不准时拍下的照片（焦点偏前）



8. 对焦不准时拍下的照片（焦点偏后）

2SD1047/2SB817对管 获赠名单

编者按：本刊于2007年4期杂志上刊登赠送三洋音响对管2SD1047/2SB817活动的消息后，收到了很多读者的索取表，我们感谢这些朋友对我们活动的支持。由于样片数量有限，我们选取其中的50位在来信中附带详细设计思路的朋友，提供2SD1047/2SB817对管。名单如下：

梁会权（宁夏）	徐海龙（江苏）	邱利平（四川）	张鹏程（陕西）	苏贵杰（四川）
常岩柱（陕西）	黄占华（山西）	姜琪行（江苏）	姜　新（河北）	周正德（湖南）
李卫国（陕西）	王海洋（四川）	徐　斌（广东）	陈宇凡（北京）	刘明明（山东）
申娟娟（河北）	刘子坚（浙江）	阙国良（黑龙江）	梁耀兴（广东）	刘肖明（上海）
普忠荣（云南）	杨志嵩（安徽）	袁永林（广东）	王仲磊（河南）	唐玉旺（安徽）
孔祥文（陕西）	孙玉浩（河南）	孟　然（北京）	郝庆山（黑龙江）	王　喆（北京）
杨增义（云南）	黄光能（广西）	夏忠锦（福建）	张福元（吉林）	李　强（河南）
宋东平（山东）	郭爱民（山西）	周　挺（江西）	林　海（四川）	陈博平（湖北）
孙永清（江苏）	王建星（广东）	朱　洵（北京）	王　前（北京）	王文涛（山东）
张宏达（湖北）	吕协和（浙江）	漆文明（湖南）	邹天汉（山东）	李　华（山东）

读者意见摘录

《无线电》编辑部：

冒昧给您写这封信，因为我对本刊第10期杂志很有意见。

我是北京市通州区的一名设备维修工，也是本刊十多年的热心读者和电子爱好者。这么多年我一直珍藏本刊每一期，把它当成字典、工具，所以提一点意见，望您不要介意。

本刊第10期增加无线电电台内容长达30多页。可是电台只是军事上有用，民用又有什么用呢，几乎淘汰，现在手机、电脑这么普及，谁还发电报呢？若不是为了保密需要，恐怕军事部门也不会用，我个人认为此项技术目前已没有多大应用价值，也许我知识浅薄，至少在民用方面没大用，它对我们的工作和生活帮助不大。所以建议本刊应以短小精干、实用文章为主，文章不在多，在于精彩和实用，内容的编排要贴近老百姓的工作和生活内容，例如工业PLC机、系统软件、电脑、单片机和机器人家电小制作。

不过感到欣慰的是你们增加光盘内容非常好，介绍protel99、Multisim7电子电路讲座、非常实用，太好了，非常感谢您及同事们。写到这里已是下半夜3点多，但是意犹未尽，不当之处，请批评指正。望本刊成为全国与世界精品报刊。

读者 王建胜

老实说，《无线电》里面的光盘对我几乎没什么意义，但《无线电》却以这个为借口，从3.90元涨到了6.80元。

BG7IOI

涨价没有关系，只要做得好。相对来说《无线电》杂志算便宜的了。

BA7CK

不要把《无线电》办成"家电"，恢复真正的无线电吧。

BD7IWW

得知《无线电》杂志社要翻译出版美国业余无线电协会ARRL的业余无线电通信方面的系列书籍的消息，我强烈要求早日出版，并订购全套！

想起我当年入门的资料，至今还在珍藏着不敢丢啊，因为这方面的资料确实太少了，我是2001年7月毕业来到现在这个单位，成了一名值机员，当值机员是很清闲的，因为干的是无线电工作，所以单位每年给我们订了《无线电》杂志，还有其它电子书籍，并发到各个部门，2002年3月的一天，我无意中翻到了《无线电》杂志，发现有一篇关于业余电台的文章，就一气看完了它，后来发现它是连载，每月都有一期，所以就接着看，2002年我把杂志里的每一期的关于业余电台的文章仔细研究一遍，到了年底我已经知道了什么是业余电台，怎么办手续，这还不过瘾，我把那杂志从2期到12期拿到单位文印室，让办公室的人帮我把每一期的有关业余电台的文章复印了下来并把它装订成了一本书，就是这本自己制作的专业的"业余电台册子"，使我以后走上了热爱业余电台到热爱无线电工作的道路，2003年初我开始寄信并办理手续到至今拥有二级操作证，就是这本简单的册子成就了我的无线电的道路，而且后来就这本简单的册子，我借给本地的朋友翻看，到今年已经发展了近10位火腿，使本地的无线电爱好者猛增。这本最初引我入无线电道路以及成就了本地业余无线电台队伍的小册子我始终珍藏着它，因为它是我们曾经走过曲折道路的见证啊！

BD9TD

如果今后的《无线电》杂志都带有业余电台的内容，那将是一件非常好的事。这样会给更多电子爱好者灌输HAM知识，扩大影响力。其实很多电子爱好者都对发射/接收这些东东感兴趣，只不过没找到入门的方向，所以只能玩玩音响、小制作什么的，而HAM活动的内容和内容要丰富的多，有意义的多。前几年大家都忙于玩电脑和网络了，现在这二者已经普及，正在失去新鲜感而被大家作为一个工具使用，那么热爱技术的人也许会有一个新的爱好方向，那就是——业余无线电。

BD6IVX

《无线电》杂志社：

本人于9月11日收到贵刊寄来的"伟纳SP180S编程器套件"一套。谢谢贵刊对我教育工作的支持。

前几天，本人忙于《2007全国大学生电子设计竞赛》事宜。待稍空时，先将寄来套件安装试用，该套件比较引人注意的是USB接口，适合日益普及的笔记本电脑。过去用的编程器多为串口，连接台式机可以，想连接新的笔记本就有困难了。如果使用效果良好，将考虑向学生推荐。

广西梧州学院 钟乃元

编辑部老师：

您好！我已收到由《无线电》杂志社赠送的由伟纳电子推出的SP180S编程器套件。我们会充分利用该编程器开发单片机的产品，并将设计的心得体会反馈给你们。

中国地震局工程力学研究所 夏炳岩

编辑部老师钧鉴：

承蒙您的关照，SP180S编程器的套件，我已经收到，并且DIY成功。使用效果非常好！

我是搞硬件设计的。目前，正在打算学习51单片机编程。贵刊第9期"可编程LED光源控制器电路板申请"的活动，您能否再次考虑一下，我想申请。理由有二：我是搞线路板排板设计的，有了这块板，可以学习和观摩排板的技巧，以提升自己的专业技能，这是其一；其二，我目前正在学习51单片机，正好可以用该板实践。

学生 孙洋

编辑部老师：

你好，我在9月26 日收到了调频发射样片，样片的尺寸比我希望的还要小，我太兴奋了，马上到"调频发烧友网站"详细查阅了样片的详细资料，感觉它在各方面都很不错，而且开发的空间很大。我也马上动手根据我的构思制作了"航空模型追踪器"。

我首先做了一个简单的音频振荡器（频率500~1000Hz），供电电压5V、电流几十毫安，然后将振荡器的音频输出接到样片的左右声道输入的其中一路，然后根据样片的详细资料介绍设置好频率（频率可根据自己要求随意设置），检查电路有无故障，接通5 V直流电源，一切准备就绪。我拿出小型的调频收音机仔细的调节频率终于在扬声器里传出了响亮的音频振荡声，音质非常好，发射频率也很稳定，成功了！我高兴得不得了，然后我又把它放到了模型飞机上，重量只增加十几克完全符合要求，最后我进行了模拟试验，将模型放到了5 0 m左右的距离，用收音机接收从模型上发出来的音频振荡声，声音还是挺响亮的，真的不错，

这下我可以放心的玩飞机模型了！谢谢！

郭树超

编读往来

编辑：

您好，我申请EP51编程器套件一套；笔者以前一直认为无线电、电子报上的单片机是在浪费版面，看了《无线电》第11期石学军和杜洋两位老师介绍的单片机入门文章，有些体会，觉得即使不喜欢编程，也需要一套可编程的套件来给空白的芯片写程序，来对一些游戏机、手机、收音机、电视机等带有单片机的设备进行写码操作，自己不会编写程序可以下载别人的使用。不知这种思路是否正确？

杜洋老师的写作风格是比较幽默，能抓住读者的眼球，他在11期的文章是我一口气读过的最长的单片机文章，实际上这种通俗易懂，和针对读者疑惑和畏难情绪给予热情鼓励的写法是科普文章应有的风格，我认为这种人性化的，趣味化的，轻松活泼的写法是可取的。

无线电贴近火腿的举动，笔者是支持的，专门订阅了2008年的无线电，不过笔者作为无线电协会的会员，将会有4期重复的杂志，到时我打算把重复的杂志赠送给其他对火腿感兴趣的网友。

无线电上的技术文章难度比较高，但也确实能符合现实需要，学到一点实用的技术，某些制作文章所需要的电子元件数量太多，搞起来有点累。

尽管刊物风格、定位、特色各异，不可能尽善尽美。还是希望无线电以后的文章可以更加贴近老百姓的电子生活，特别是一般的业余无线电和电子爱好者。现在还有火腿和广播爱好者收藏和阅读老《无线电》杂志，也表明无线电相关技术上的复兴和需求。

郝刚

编辑：

你好，我是无线电杂志的忠实读者，同时也是德州学院的一名大四的学生，本人特别喜欢单片机编程，在大二的时候我们就学习了单片机这门，从那以后我就开始鼓捣单片机，那时候我们学的是MCS－51，只有在做实验的时候才能接触到单片机，这并不能满满足不了我的好奇心，所以我打算自己买一套开发板，但是发现一套普通的开发板也要100左右，再加上编程器、仿真器少说也得800元以上，无奈通过老师介绍开始学习德州仪器的一款单片机MSP430F149，虽说它的功能特别强大，但在我们实际的制作过程中发现不是所有工程里都适合用MSP430F149，好比说做一个万年历用一个ST89C2051就足够了，如果用149就特别浪费了。虽然51系列的单片机比较简单但是它有自己的应用领域。我想在以后的工作中51单片机用的也不会少，所以想现在想重新学习51单片机，希望能得到无线电的帮助和支持。

在这里还想给无线电提一点不成熟的建议：1）增加一些关于开关电源和单片机方面的知识。2）增加仿真软件的应用，像前几期的MULTISIM就比较好（我现在正在用）。3）增加一个模拟电路专栏（模拟电路不是一天两天就能学好的，像我们学生这方面的功底较浅）。仅是建议而已。

王新会

《无线电》杂志社的编辑们：

您们好，我是咱们《无线电》杂志的一个新读者，高三在读学生。为了想购买到《无线电》杂志真是颇费了一番心机，跟在我们学校杂货铺老板的屁股后俩月了，才终于购买到了我现在手中的这本2007年第11期的杂志。回家后又经过和家长商量，决定了明年直接订阅全年的杂志；

应该说，我周围的很多人都搞单片机，有些是纯粹个人的DIY，有些则是商业化的应用。看着他们做出的一个个新奇的小玩意总是羡慕不已，想着自己什么时候也可以像他们一样。

也许这完全是上天的恩赐，我买的这第一本杂志里就用了极大的篇幅来做了一个单片机知识的讲座，看了之后真的让我心潮澎湃。

可是出于我个人还是学生的原因，平时恐怕不太方便跑到市内的电子城购买一些所需的配件，所以恳请编辑们能够批准我的申请，发给我一套这个我梦寐以求的EP51的编程器。真的，我真的很想要，很想真正近距离地接触，如果需要的话，我甚至可以花钱购买这款编程器。

真心希望贵社编辑们能够圆我的这一个梦想，让我更早一步地踏进单片机世界的大门。

等我明年高考时候一定取得一个好的成绩，算作为是对全体编辑们的最好回答！

刘洋

《无线电》杂志社：

我是一名电子爱好者，一直以来都是对功放音响有兴趣，对单片机是门外汉，而且也提不起兴趣，单片机给人的感觉是深不可测，但看过11月的文章后改变了以往的看法，我公司的许多设备都是用单片机控制，当看到还有单片机的申请时很高兴，想通过今次的活动来学习，希望可以申请到一份。

对于贵刊的光盘我有一箱但用得上的聊聊可数，光盘上的一些内容像是卖广告，可以学习的内容很少，贵刊在近两年的发展路线也有变动，一渡让我们失望过，还好在你们的努力下还是带给我们惊喜。希望能在光盘的内容中加多些像讲座类似的内容，让我们这些初学者学得到更多的知识。谢谢，也祝《无线电》越办越好。

马伟都

《无线电》编辑部：

本人是部队的一名技师，上次向贵刊申请的VOXO6MP01样片得到了贵刊的支持，感谢贵刊对国防建设的关注，可公司给我打电话说给我寄，可我一直没有收到，不知是什么原因。

得知贵刊赠送EP51单片机编程器套件后，心里十分高兴，想再次申请，军队由机械化向信息化的迈进离不开技术的支持，现在设备上随处可见单片机的身影，作为一名技师，职责是提高自己的业务水平，对设备进行革新，保证设备的良好性，达到不间断通信。记得一次维修时，正是部队演习，一台设备的单片机故障了，没有编程器将另一台同型号的程序读出来，就眼睁睁看这台设备不能工作，影响了我们的成绩，由于出于保密，不能拿到外面去公司去读，后来只能送修。所以恳请贵刊赠送一套EP51编程器套件，为以后设备的技术保密提供安全保障，也能保证畅通率，更能为本人的技术水平提供一个发展的平台，能更好的学习单片机，希望能够得到贵刊的支持。

此致

军礼

徐俊丰

常用开关电源电路及其应用

吴红奎

前　　言

AC-DC 开关电源又称为 SMPS(Switch Mode Power Supply)电源，有时也称为离线式开关电源，这是由于电源的输入端是市电(220V 或者 110V 典型值)而得名。开关电源与线性电源相比，效率高、重量轻、兼容直流电源输入，是否稳压对效率影响很小。大多数开关电源都采用闭环结构，稳压输出，也有采用开环结构的非稳压开关电源，通常被称为电子变压器。不过开关电源也有缺点，主要是电路复杂，电磁干扰大，EMC(电磁兼容)问题突出，输出有高频纹波，成本也高于线性电源。还有一类开关电源被称为 DC-DC 开关电源，电源的输入端是直流电，仅实现电压转换，因此也称为 DC-DC 变换器。与 AC-DC 电源相比，此类电源的直流输入电压一般比较低，通常在 48V 以下，输入 / 输出端一般不需要因为安全问题而隔离，小功率应用还可以使用电容器作为储能元件，总体上效率一般高于 AC-DC 电源，下文如果没有特别说明，开关电源都是指 AC-DC 电源。

固定频率、以 PWM(脉冲宽度调制)方式实现变压 / 稳压仍然是当前开关电源的主流，为了降低 EMI，提高轻载 / 空载条件下的效率，固定频率基础上的降频和“跳周期”方法已经被广泛应用。常用的降频方法是 PWM 开关频率降低为正常频率的一半或者四分之一，“跳周期”方法则直接跳过若干个脉冲周期，虽然 PWM 振荡器的频率没有改变，但是功率开关管的实际开关频率却降低了，等效于降低了频率，这两种方法都能够降低电路的开关损耗从而提高效率。

PWM 电路是开关电源中的控制电路，可以由分立元件构成，如常见的自激振荡方式的开关电源，也可以由 IC(集成电路)构成，一般称为 PWM 控制电路，除了 PWM 调制功能，通常还会集成若干其他功能，常见的是各种保护功能。为了降低电路的复杂性，提高电路的可靠性，还有一类将 PWM 控制电路和功率开关器件集成在单一封装内的产品，在中小功率开关电源中的应用相当广泛，如曾经在电视电源中大量应用 STR 系列的厚膜混合集成电路，还有被形象地称为“电源管”的 TOP switch 系列开关电源 IC。

开关电源的发展方向主要是提高效率和功率密度并降低 EMI，技术上的瓶颈目前主要是充当功率开关和高频整流的功率半导体器件以及实现能量储存、转换、耦合的高频磁芯变压器，尤其是高频磁芯材料。

开关电源的电路拓扑是指储能元件和开关元件的配置方式，储能元件一般是指开关变压器，有时还包括储能电感，如正激式拓扑；开关元件一般主要是指功率晶体管，常用的有 BJT(双极型晶体管)、VMOS(功率场效应管)，IGBT(绝缘栅型双极性晶体管)也有应用。电路拓扑是一个开关电源电路的“纲”，它在很大程度上影响着开关电源的电路基本程式、最大输出功率和主要器件的规格参数，抓住电路拓扑这个“纲”就能比较容易地理解一个复杂的实际电源电路。

目前，普遍应用 SMPS 电源的电路拓扑主要有 5 种，下面分别简述这几种电路拓扑的主要特征。

1. 反激式

反激式(Flyback)电路拓扑电路简单，在输出功率 100W 以下的应用中，成本相对最为低廉。电路框图如图 1 所示，变压器 T1 兼具有隔离、变压和电感三重功能，磁芯需要有气隙(磁隙)，也可增加一个去磁绕组而不用气隙，次级线圈还兼作输出储能电感使用；以 220V 规格的市电输入计算，功率开关管 VT2 的耐压为 600V 即可。

图 1 中的 EMI 电路有多种形式，成本也相差很多，最简单的电路只有一个电容，基于安全考虑，EMI 电路需要使用安规电容，C01 和 C02 用来滤除交流电源中的差模干扰，常被称为 Y 电容；C03 和 C04 用来滤除交流电源中的共模干扰，常被称为 X 电容。PFC 电路有 APFC(有源功率因数校正)和 PFC(无源功率因数校正)两大类，虽然国内新的 EMI 规范要求中、小功率开关电源必须有 PFC 电路，不过很多非正规产品和廉价、低档产品出于成本考虑而没有 PFC 电路。限于篇幅，EMI 和 PFC 电路在下文中不再赘述。

2. 正激式

正激式电路拓扑中开关变压器的磁芯不需要气隙，磁芯的利用率有所提高，适用输出功率范围可以提高到 150W 左右，成本也相对提高。

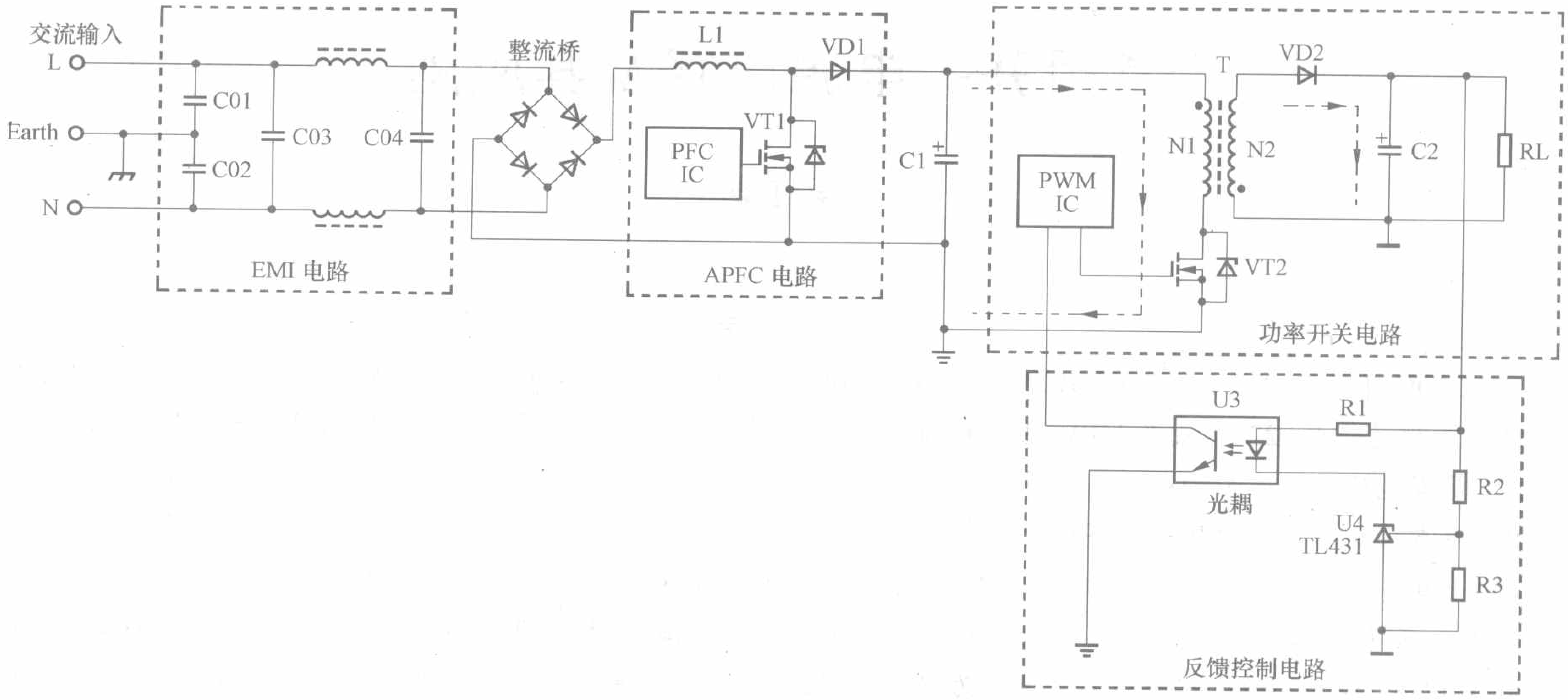


图 1　反激式电路拓扑简图

正激式拓扑电路框图如图 2 所示，它与反激式拓扑的主要差别在于次级侧部分多用了一个肖特基二极管 VD4 和电感 L2，L2 是必须的储能元件，同时 L2 和 C2 还兼做低通滤波器使用；功率开关管 VT2 在关断期间，T1 初级线圈的反向电压会和 C1 上的电压相加，因此在电源输入为 220V 市电规格的条件下，VT2 需要使用耐压 800V 的功率管；由于 T1 的磁芯没有气隙，线圈的等效电感量提高，电流相对较小，带来的好处是铜损小、磁芯温升低，可以使用稍小一点的磁芯，不过因此带来的成本降低有限。综合而言，与反激式拓扑相比，成本还是提高不少，主要用于对功率密度或者体积要求苛刻的场合。

3. 半桥式

半桥式（Half Bridge）电路拓扑需要使用两个功率开关管，主要针对中等功率（500W 左右）的应用，电路拓扑简图如图 3 所示，电容 C1 和 C2 除了用作滤波外，还充当被动式开关，二者的公共端接主变压器初级绕组的一端是半桥拓扑的主要电路特征之一，电容 C1 和 C2 通常还被称为桥臂电容。以 220V 规格的市电输入计算，功率开关管 VT1 和 VT2 的耐压为 400V 即可满足要求。

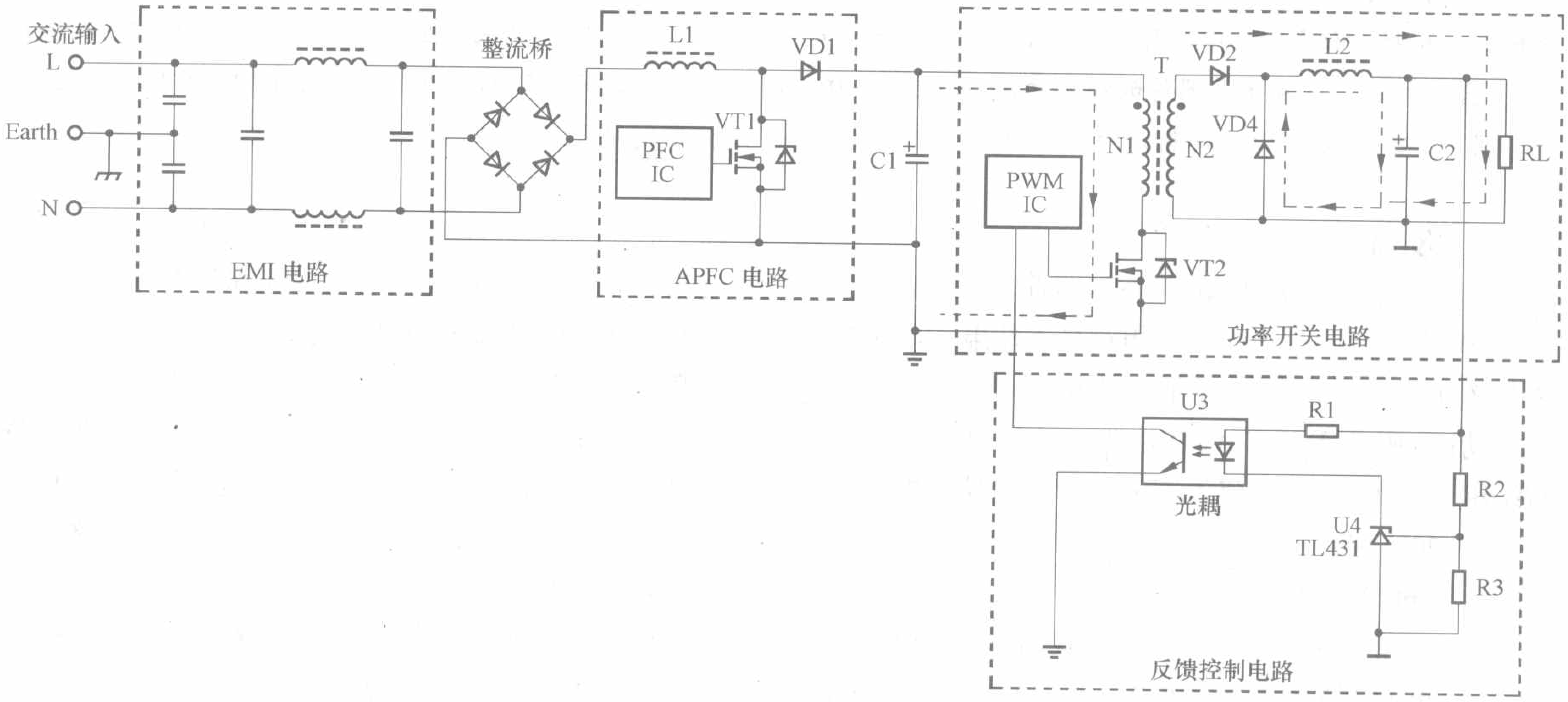


图 2　正激式电路拓扑简图

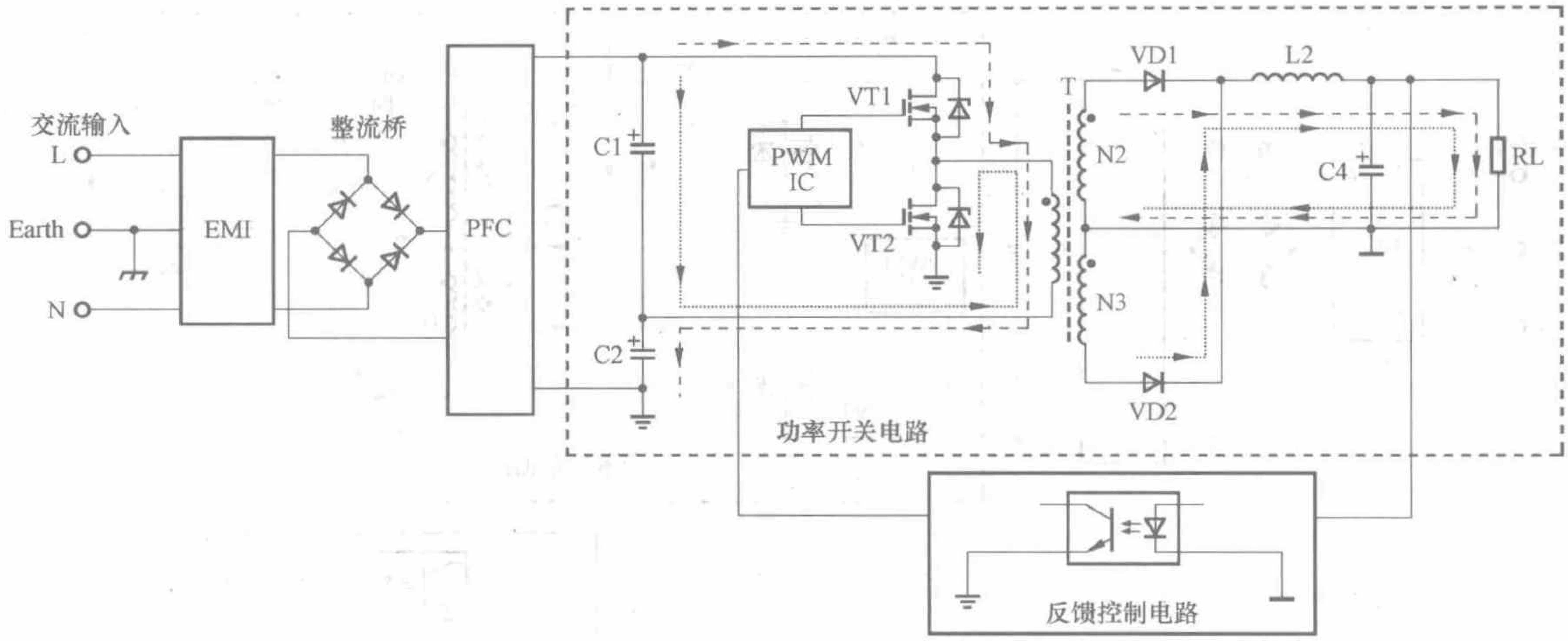


图 3　半桥式电路拓扑简图

理论上 VT1 和 VT2 轮换导通即可，即当 VT1 导通时，VT2 截止，不过实际上 VT1 和 VT2 的导通 / 关断都有一定的延迟，为了避免 VT1 和 VT2 同时导通造成电源直流母线对地短路的情况出现，VT1 关闭时，VT2 不能马上导通而是延时一段时间，反之亦然，也就是说 VT1 和 VT2 必须要有同时关闭的一段时间，这段时间通常被称为死区时间（dead time），这个概念在下文中会经常用到。

4. 全桥式

全桥式（Full Bridge）电路拓扑需要使用四个功率开关管，主要针对 500W 以上的大功率应用，理论上输出功率可以比同等半桥式拓扑大一倍，电路拓扑简图如图 4 所示，功率开关管 VT3 和 VT4 代替了半桥拓扑中的电容 C1 和 C2，成为主动开关。以 220V 规格的市电输入计算，功率开关管的耐压为 400V 即可满足要求。

5. 推挽式

推挽式（Push-Pull）电路拓扑和半桥式电路拓扑同样需要使用两个功率开关管，只是电路的接法不同，推挽式主开关变压器的初级线圈需要中心抽头、主滤波电容只需要一个是其主要特征。

推挽式电路拓扑一样适用于 500W 左右的中等功率应用，与半桥式拓扑相比，推挽式电路拓扑的主变压器的初级侧电流只有半桥式的一半，变压器的磁滞损失、涡流损失相对比较小，磁芯的温升低，可以使用小规格的变压器。但是推挽式电路拓扑需要使

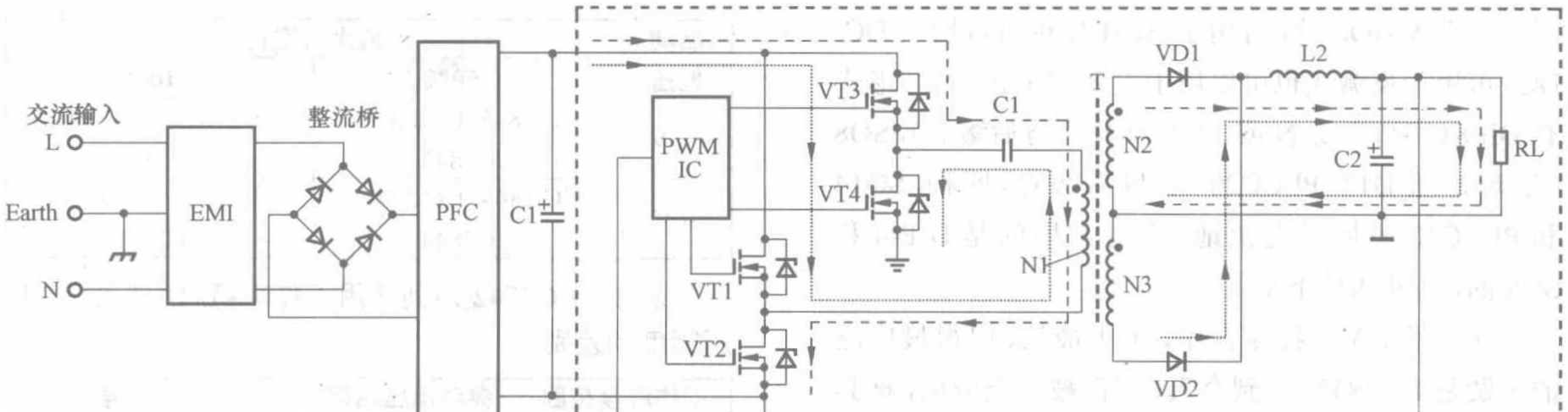


图 4　全桥式电路拓扑简图

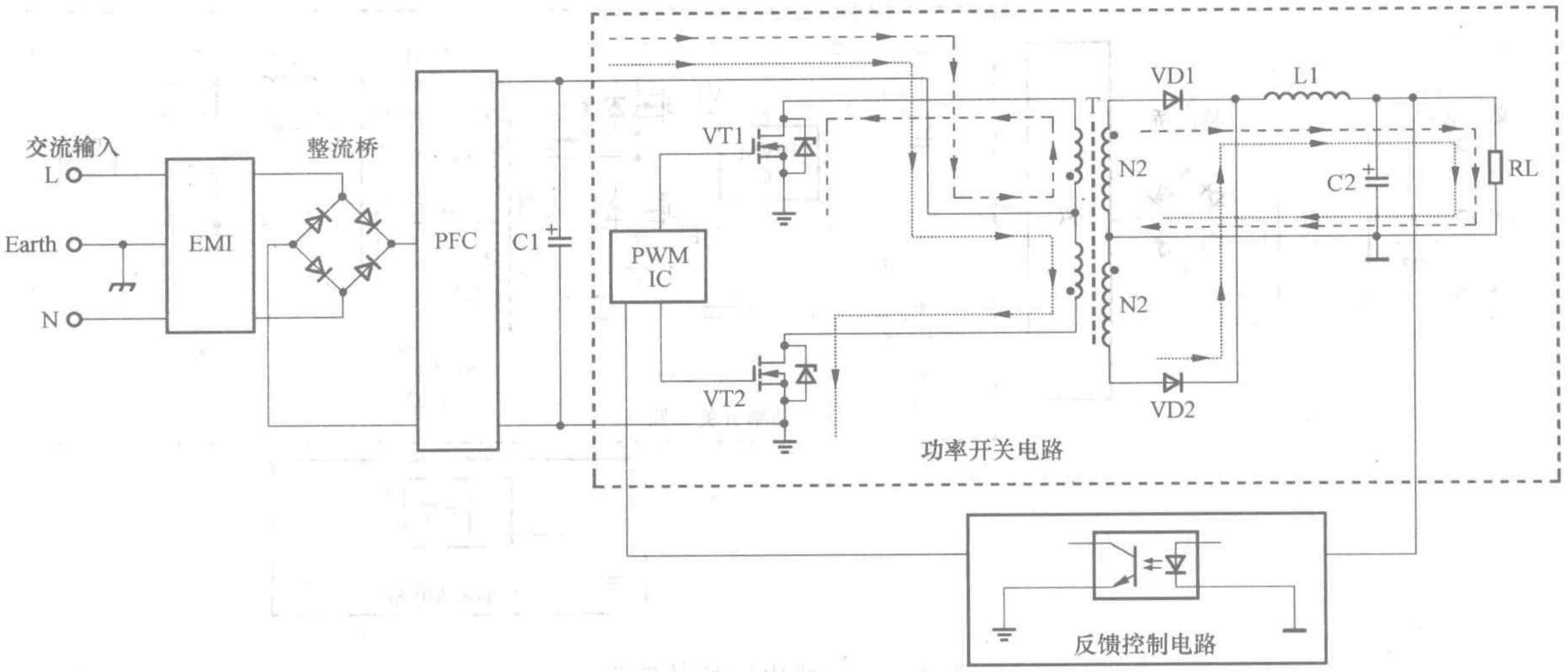


图 5　推挽式电路拓扑简图

用耐压 800V 的功率开关管(市电输入为 220V 规格时),相比采用小规格磁芯所带来的成本降低而言,高耐压功率晶体管的成本更高,因此在以价格导向的产品中,半桥式电路拓扑用得比较多,而在推动级电路中由于可使用小体积的脉冲变压器,推挽式电路经常被采用。

一、单端王者:UC3842 系列及其引脚与功能兼容型号

1. UC3842 系列的特点

UC3842 是固定频率的电流模式 PWM 控制器,图腾柱输出,逐周期限流控制,支持外部时钟同步,自动前馈补偿,滞后控制方式的欠压锁定功能,工作频率最高为 500kHz,典型的开关频率在 40kHz~60kHz,启动电流不超过 1mA,典型值为 0.5mA,主要用来驱动 VMOS 管,可用于 AC-DC 也可以用于 DC-DC,可用于反激式也可以用于正激式拓扑,封装形式有 DIP8(字母后缀 N 或 J)、SO14(字母后缀 D)、SO8(字母后缀 D1)、PLCC20(字母后缀 Q)四种,SO14 和 PLCC20 增加了电源地,不过常用的是 DIP-8 和 SO8 的,另外两种不常见。

在单端 PWM 控制器中,历史最长、用得最广泛的无疑是 UC3842,直到今天,它仍被广泛应用,称其为老骥伏枥是毫不夸张,随后出现在市场上的 8 引脚的 PWM 控制 IC 都或多或少的有 UC3842 的影子,很多相似的功能也往往以 UC3842 为比较的基准。

UCC3842 最初由美国 Unitrode 公司设计生产,上市时间大约在 1984 年,有一系列的型号,这些型号参见表 1 和表 2,实际被广泛应用的是 UCx842,尤其是 UC3842,所以通常称为 UC3842 系列。大概是由于 UC3842 的设计与应用非常成功,随后相当多的公司开始竞相生产兼容产品,一些公司还将 UC 改为自己公司的前缀,各公司的产品在一些技术细节上也稍有区别,常见的改进是启动电流有所减小,一些改进型号则在型号中加入了字母后缀 A 以示区别,如 UC3842AN,以下统称 UC3842 系列。常见的生产 UC3842 系列的公司如下(有括号的表示该公司采用了自己公司的前缀,括号中是前缀名称):NSC(LM)、Fairchild(KA)、AIC(AIC)、Cherry Semiconductor(CS)、ST、Philips、Sipex(AS)、ON、TI、Microsemi(SG)、System General(SG)等。

表 1　UC3842 系列的启动电压与最大占空比的差别

启动电压	最大占空比	
	< 50%	< 100%
8.5V	UC 1845/ UC 2845/ UC3845	UC 1843/ UC 2843/ UC3843
16V	UC 1844/ UC 2844/ UC3844	UC 1842/ UC 2842/ UC3842

表 2　UC3842 系列适用工作环境温度与参考电压精度的差别

工作温度范围	参考电压精度	型　号
0℃~+70℃	2.0%	UC3842/UC3843/ UC3844/UC3845
−25℃~+85℃	1.0%	UC2842/UC2843/ UC2844/UC2845
−55℃~+125℃	1.0%	UC1842/UC1843/ UC1844/UC1845

UC3842 系列的引脚定义参见图 6。

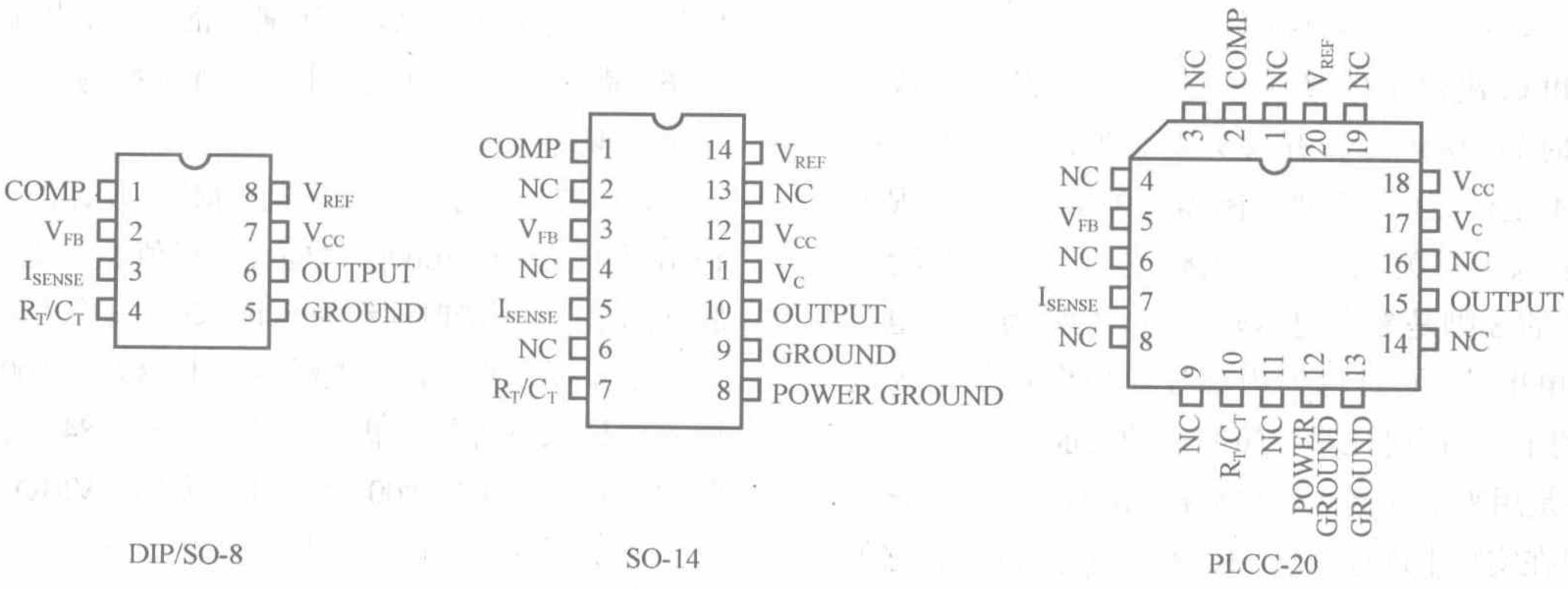


图 6　UC3842 的引脚定义

2．UC3842 的应用实例

（1）采用 UC3842 的多输出反激式开关稳压电源

图 7 是输出功率为 27W 的反激式通用多输出开关电源，见于多家 IC 制造商公开发表的电子数据文档。这个电源可以用于碟机（VCD/DVD 等）电源以及它需要多组电源的电器上，如外置的硬盘盒等。

R1 是启动电阻，实际应用时可以用两个 75kΩ 的电阻串连以改善耐压特性；N2 是辅助电源绕组同时也是电压取样绕组，这种取样方式通常被称之为原边控制方式，可以省去隔离原、副边的光耦；UC3842 启动后电源由 N2 经过整流滤波后供给，同时该电压经过电阻 R8 和 R9 分压后输入到 UC3842 的 2 脚作为误差放大器的取样电压，调整 R9 就可以在一定范围内调整输出电压；R3 和 C4 是 UC3842 电源的保护电路，避免 UC3842 被尖峰电压击穿；VD3 是起隔离作用的，启动电阻的阻值很大，没有 VD3，启动电压很难在 C5 上建立，UC3842 就很难启动。

需要说明的是，调整 R9 对输出电压的影响是有限的，输出电压还主要决定于主变压器 T1 的匝数比，过度调整 R9 会造成占空比过大或者过小，电源的稳压范围变窄，所以 R9 往往用来微调输出电压，通常的做法是由一个固定电阻和一个可调电阻串连起来代替 R9；由 R3 和 C4 组成的保护电路比较适用于反激型电路，而且在次级输出电压比较低的时候，如

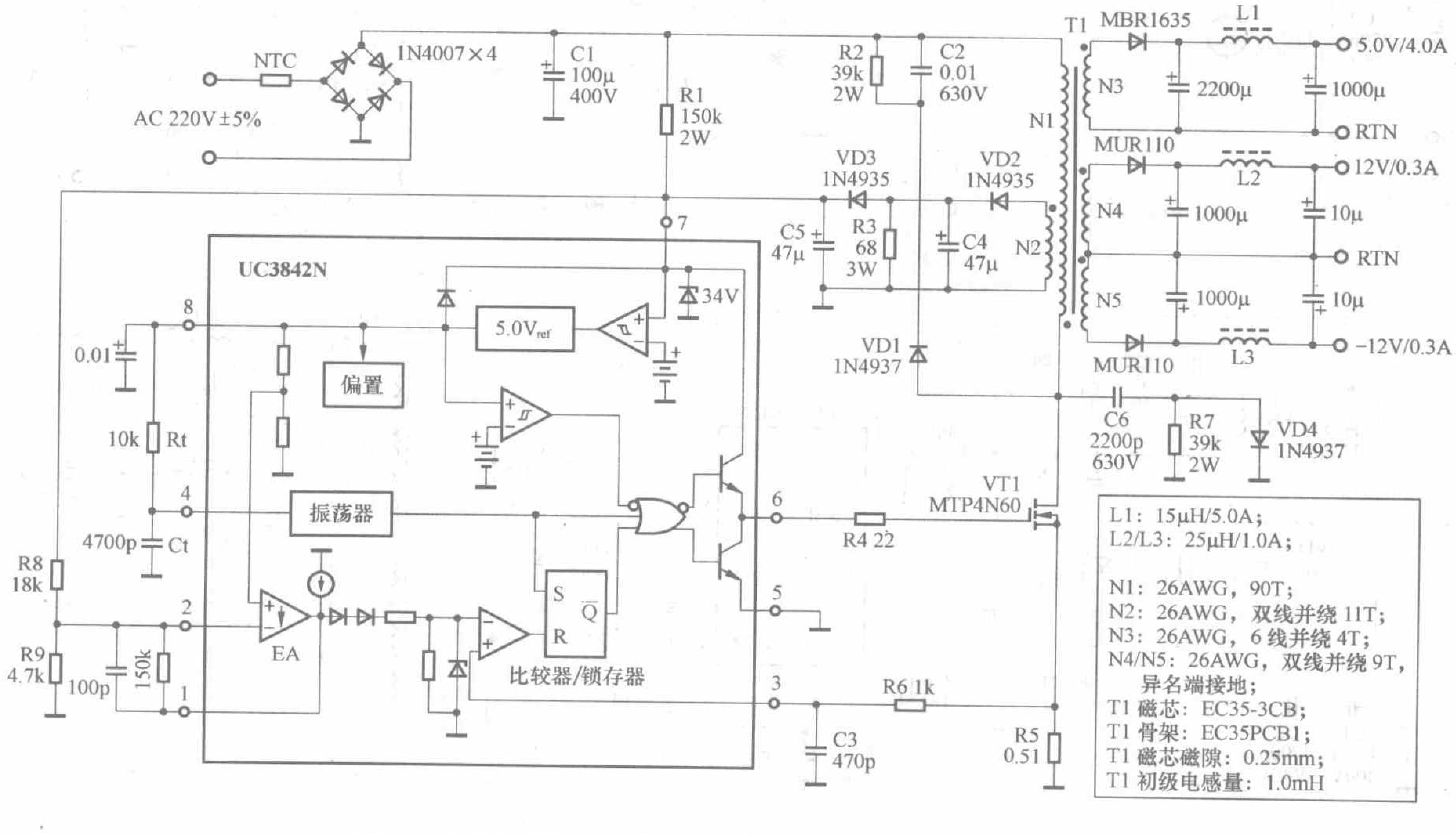


图 7　由 UC3842 组成的一个典型的反激式开关稳压电源

3.3V 以下，保护作用也不明显。

R_t 和 C_t 决定了电路的开关频率，C_t 还同时决定了死区时间，所以尽管开关频率可调，但 R_t 和 C_t 的参数并不是任意的，需要查阅器件的数据文档，根据 R_t、C_t 与 f_{osc}（开关频率）曲线确定 R_t 和 C_t 的参数。UC3842 的 8 脚是参考电压输出端，主要为定时电容提供充电电流，同时也为内部控制电路提供最大约 20mA 的电流，同时还具备短路保护功能。

R4 是用来消除高频寄生振荡的，通常称为消振电阻，可以在实际中进行调整。R5 是电流取样电阻，它限定了 VMOS 管的最大平均电流，电流取样信号被送到 UC3842 的 3 脚，而 C3 和 R6 组成一个 RC 滤波器，可以有效消除脉冲信号前沿的尖峰，增加电路的稳定性，避免电路的误动作，尤其是轻负载条件下更为必要。

VT1 是电源的主开关管，在很多资料中它被称为主开关或者开关，在模型电路中也常常被画成一个开关；R2、C2、VD1 是尖峰电压吸收电路，也被称之为突波吸收电路，图 7 中的突波吸收电路是典型 RCD（电阻、电容、二极管）形式，这样的电路可以有效保护 VT1 在关断瞬间不被 N1 的自感电动势的尖峰电压击穿，也可以提高电源的效率；R7、C6、VD4 组成 VT1 漏极的缓冲电路，减缓漏极的电压、电流的变换速率，减少 VT1 的开关损耗，对寄生振荡的产生也有一定的抑制作用。

UC3842 专门为直接驱动 VMOS 设计的，图腾柱输出级可以驱动 1000pF 的负载，峰值驱动电流 1.0A，脉冲的上升、下降时间约为 50ns，这可以作为选择 VT1 的一个重要依据：VT1 栅极电容不能大于 1000pF，否则需要插入额外的栅极驱动电路。UC3842 可以直接驱动大多数 600V～800V 的 10A 以下的 VMOS 管。

图 7 所示电路的主要技术规格如下：

电源输入：AC 160V～265V，50Hz；

开关频率：40kHz；

电源调整率：±0.5%（5.0V）；±0.5%（±12V）；

负载调整率：±3.0%（5.0V）；±0.25%（±12V）；

输出纹波(峰—峰值)：40mV(5.0V)；80mV(±12V)；

效率：70%。

（2）采用 UC3842 的 CRT 彩色监视器开关电源

监视器现在已经被泛指显示器了，其实监视器 + 显示卡才是严格意义上的显示器，下文仍然使用规范的称呼，监视器。一个采用 UC3842 的彩色监视器电源如图 8 所示。

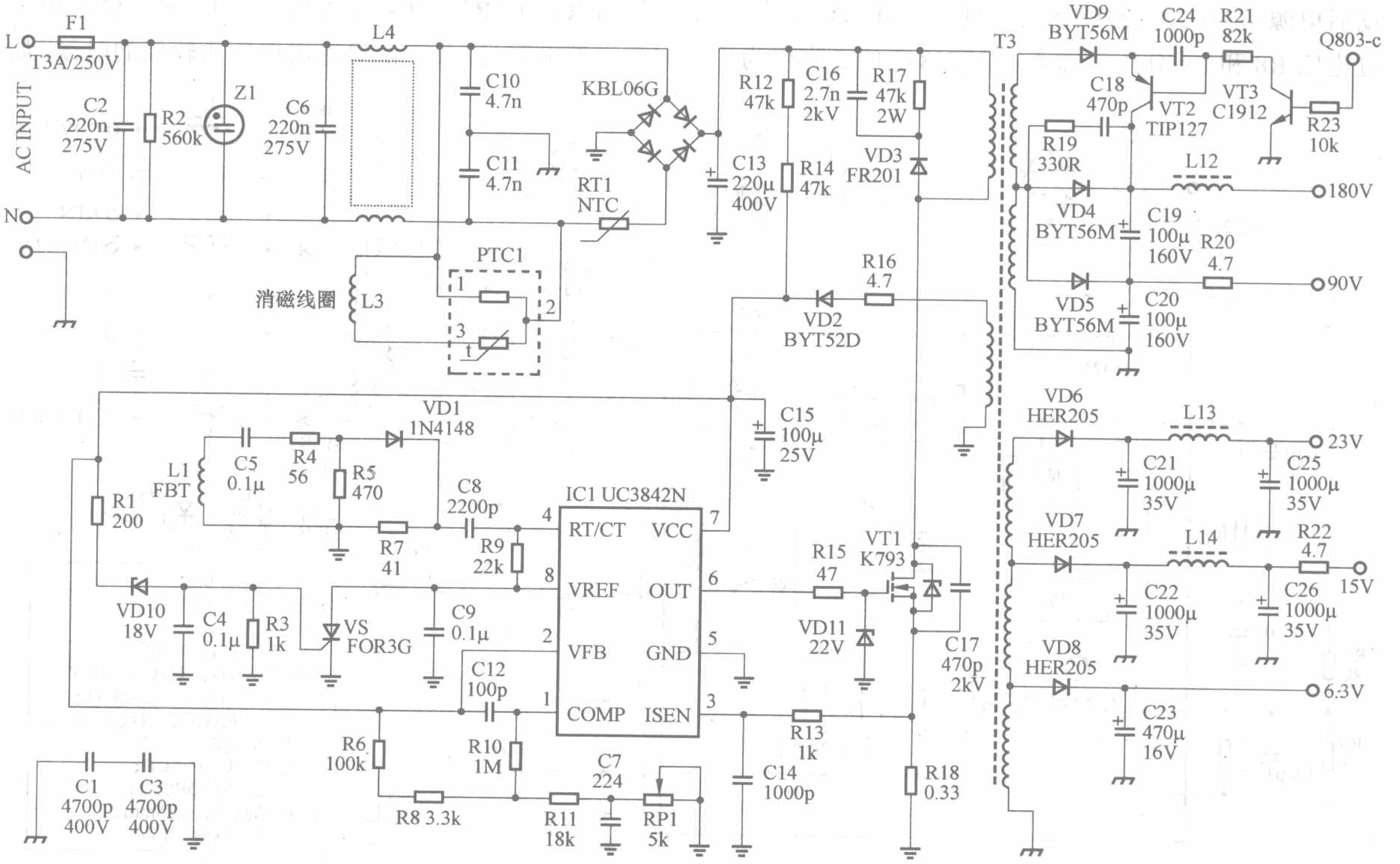


图 8　由 UC3842 组成的彩色监视器电源

基本的电路部分与图7相同，与之不同的地方分析如下。

PTC1是消磁电阻，与之相连的是消磁线圈L3，这是CRT显示设备的特有电路，包括其他采用CRT显像管的显示设备，最常见的就是电视机了。启动限流电阻RT1一定要接在消磁线圈回路的后面，否则消磁线圈会因为得不到足够的电流而难以达到理想的消磁效果。

图8是一个开关频率可变的开关电源，可变的开关频率与稳压无关，而是与监视器的行频同步。与电视机不同，监视器从设计之初其行频、场频就是可变的，最高行频是监视器的一个重要的技术指标，性能优良的图形工作站，最高行频都在100kHz以上。为了降低干扰，用于CRT显示设备的老式开关电源的开关频率常常是与行频同步的，在这一点上，电视机也不例外。图8中，同步信号取自FBT（行输出），由UC3842的4脚输入。为了可靠同步，UC3842要求自振荡频率比外同步频率低10%左右，VD1去掉了同步脉冲的负半周，也起到了钳位的作用，因为UC3842不接受比－300mV更低的同步电平。

稳压管VD1和单向可控硅VD2和附近的阻容元件组成了过压保护电路，如果市电交流电压异常（过高）VD10击穿，VS导通，UC3842的8脚参考电压被下拉至接近地，UC3842将停振，整个电路随之停止工作。

RP1可以微调输出电压，VD3将VT1的栅极电位钳位于18V以下，不过在高频电路中这种保护功能非常有限，因为普通稳压管的动作时间相对比较长，新型的空气介质的瞬态电压保护二极管能够更好地起到保护作用。

（3）采用UC3842的电动自行车充电器电路

图9是一个适用于36V的电动自行车免维护密封铅酸蓄电池充电器，标准的三段式充电管理功能。P+和P−接电池的正极和负极，LED1（红色）为充电指示灯，恒流/恒压充电状态下点亮；LED2（绿色）是电源指示灯，充电器空载或者电池充满（浮充、涓流充电）状态下点亮。

调整RP2可以细调充电器的电压，调整RP1可以调整涓流充电电流（200mA～300mA）。IC3（TL431）是比较常见的精密基准电压源，光耦IC2（4N35）是为了隔离初级与次级，将市电与输出隔离，同时也将次级的电压反馈信号输送到UC3842的1脚；R27是充电电流的取样电阻，VD7将电源与蓄电池隔离开来，防止电池的电流倒灌。运算放大器LM358作为比较器使用，控制充电状态，实现典型的三段式充电过程：恒流充电、恒压充电、涓流（浮充）充电。

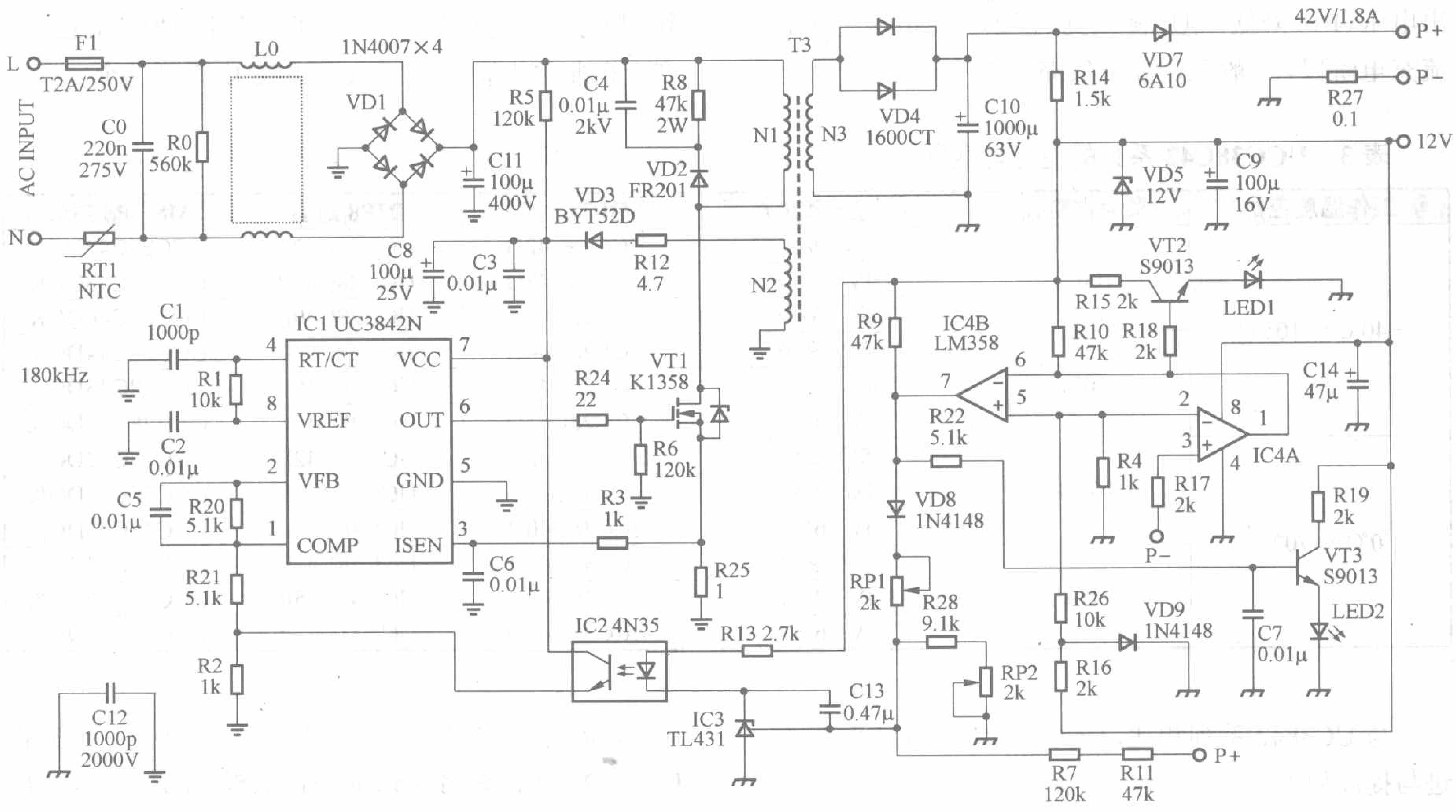


图9 由UC3842组成的一个典型的反激式开关稳压电源

VD9 为 LM358 提供控制充电过程的基准电压，经 R26、R4 分压后送到 LM358 的第 2、5 脚。充电开始时，R27 上有 0.15V～0.18V 左右的压降，经 R17 送到 LM358 的 3 脚，LM358 的 1 脚送出高电平。LM358 的 1 脚输出的高电平被分为两路：一路通过 R18 使 VT2 导通，LED1 点亮；另一路送到 LM358 的 6 脚，7 脚输出低电平，使 VT3 关断，LED2 熄灭。同时电源的输出电压 P+ 经 R7 和 R11 送至 IC3 的电压反馈端，通过 IC2 送至 UC3842 的 1 脚，最终输出电压稳定在 44V 左右，此时充电器的最大输出电流受 R12 限制，为恒流充电阶段。

随着充电过程的进行，蓄电池的端电压逐渐上升，当端电压上升到 43.5V 左右时，因为蓄电池本身内阻的限制，充电电流自然下降，开始小于额定的恒流充电电流，并且随着充电过程的继续进行，蓄电池的端电压还会不断升高，充电电流也会进一步减小。此时充电器进入恒压充电阶段。

当蓄电池的端电压上升到 44V 左右时，充电电流将减小到 200mA～300mA，此时电流取样电阻 R27 上的压降将降低到临界点，LM358 的 3 脚电平低于 2 脚，1 脚输出低电平，VT2 关断，LED1 熄灭。同时 7 脚输出高电平，使 VT3 导通，LED2 点亮。LM358 的 7 脚输出的高电平经 VD8，RP1 到 IC3 的反馈端，此信号通过 IC2 送到 UC3842 的 1 脚，最终时电源的输出电压（P+）降低，电压降低到约 42V，充电器进入涓流充电阶段，一般还需要继续充电 2 小时左右，直至充电过程人为结束。

图 9 所示的电路因为运放 LM358 的加入，就能够完成标准的三段式充电过程，性价比很高。缺点是不能自动断开充电器的交流电源输入，最终充电终止还需要人为干预，虽然不至于造成蓄电池的过充电，但是充电无人值守或者充电完成忘记拔下充电器的电源插头，会有一定的隐患；另外，12V 电源由电阻经 42V 降压获得并不经济，与给 T1 增加一个低压绕组相比，并不能降低多少成本，而且电源的稳定性不好，影响 LM358 的工作精度。相比之下，给 T1 增加一个低压绕组，使用 78L12 或者 12V 的 LDO（低压差稳压器）进行二次稳压，电路的性能会更好些。

3．与 UC3842 引脚兼容的改进型号：LT1246/LT1247、MAX5070A/B

由于 UC3842 系列的优异性能和应用的广泛性，很多厂家都推出了与 UC3842 系列引脚兼容、功能基本兼容而性能有所提高的产品，采用这些产品不用对原来的设计与生产工艺流程做大的改变，甚至于完全不用改变，因此产品可以轻松地升级换代，可以节省开发试制费用，这里仅举几例说明之。

（1）UCC38C42 系列

大概是由于采用了新的生产工艺并提高了性能，TI（Texas Instruments，德州仪器）公司推出了 UCC38C42 系列来体现对 UC3842 系列的继承与创新，型号名称是何其相似，多了两个字母“C”而已，读音上也非常相似，表 3 是 UCC38C42 系列的全家福。

表 3　UCC38C42 系列的型号与区别

工作温度范围	最大占空比	欠压 / 过压阈值电压	SOIC8 封装	DIP8 封装	MSOP8 封装
-40℃～105℃	100%	14.5V / 9.0V	UCC28C42D	UCC28C42P	UCC28C42DGK
		8.4V / 7.6V	UCC28C43D	UCC28C43P	UCC28C43DGK
		7.0V / 6.6V	UCC28C40D	UCC28C40P	UCC28C40DGK
	50%	14.5V / 9.0V	UCC28C44D	UCC28C44P	UCC28C44DGK
		8.4V / 7.6V	UCC28C45D	UCC28C45P	UCC28C45DGK
		7.0V / 6.6V	UCC28C41D	UCC28C41P	UCC28C41DGK
0℃～70℃	100%	14.5V / 9.0V	UCC38C42D	UCC38C42P	UCC38C42DGK
		8.4V / 7.6V	UCC38C43D	UCC38C43P	UCC38C43DGK
		7.0V / 6.6V	UCC38C40D	UCC38C40P	UCC38C40DGK
	50%	14.5V / 9.0V	UCC38C44D	UCC38C44P	UCC38C44DGK
		8.4V / 7.6V	UCC38C45D	UCC38C45P	UCC38C45DGK
		7.0V / 6.6V	UCC38C41D	UCC38C41P	UCC38C41DGK

与 UC3842 系列相比，UCC38C42 系列的主要改进与提高如下：

① 采用增强型 BiCMOS（双极－互补金属氧化物半导体）工艺生产，图腾柱输出级采用 MOS 器件。而 UC3842 及其改进的 UC3842A 系列（以下统称 UC3842 系列）采用 bipolar（Bi，双极）工艺生产，输出级是双极性器件；

② 最高工作频率 1MHz。UC3842 系列常用的开

关频率范围是 20kHz～100kHz，UCC38C42 系列能够运行在接近 1MHz 的频率上；

③ 低功耗。UCC38C42 系列的启动和待机电流小于 100μA，启动电流的典型值是 60μA，而待机电流的典型值是 50μA。静态工作电流小于 3.0mA，典型值 2.3mA；

④ 更可靠的限流保护功能。逐周期限流保护动作时间缩短为 35ns；

⑤ 更高的精度。误差放大器 2.5V 基准电压的初始精度为 ±1%，在整个工作温度范围内的精度是 ±2%；

⑥ 稳定的振荡器放电电流。振荡器外接定时电容放电电流的稳定性影响着振荡器输出波形的平稳性，UC3842 系列没有关注这个特性，改进的 UC3842A 系列也仅关注了这个特性在常温条件下的表现，而 UCC38C42 系列特别重视了这个特性，25℃条件下的精度大约为 ±3%，UCC28C4x 在整个工作温度范围内的偏差优于 ±10%；

⑦ 欠压锁定电路有所改进。

UCC38C42 系列可以视为 UC3842 系列的升级换代产品，尤其是在 DC-DC 和直流斩波应用领域，高频率和稳定的振荡器放电电流特性更为适用。

（2）LT1246/LT1247

LT1246 的引脚兼容于 UC1842，LT1247 兼容于 UC1843，由表 1 不难看出，LT1246 当然也兼容于 UC2842 和 UC3842，LT1247 也兼容于 UC2842 和 UC3842，所不同的只是工作温度范围不同，下同。

LT1246/LT1247 是 Linear（凌特）公司的产品，相比 UC3842 系列，主要的改进与提高如下：

① 最高工作频率提高到了 1MHz，典型应用的工作频率约 200kHz；

② 最大启动电流降低到了 250μA，典型启动电流为 170μA；

③ 电流检测端脉冲尖峰消隐。对照图 2，无需 C3；

④ 可靠的栅极驱动钳位功能，对照图 3，无需 VD3。

因此，在小体积的电源中 LT1246/LT1247 更具优势，因为开关频率的提高意味着可以使用更小体积的开关变压器，低启动电流则提高了电路的安全性和待机功耗。

（3）MAX5070A/B

MAX5070A 的引脚兼容于 MAX2842，MAX5070B 兼容于 UC2844，但二者不支持频率同步功能，也不提供 DIP 形式的封装。

MAX5070A/MAX5071B 是 Maxim（美信）公司的产品，相比 UC3842 系列，主要的改进与提高如下：

① 最高工作频率提高到了 1MHz，典型应用工作频率约 200kHz；

② 最大启动电流降低到了 65μA，典型启动电流仅 32μA；

③ 最高工作电压 26.5V；

④ 最大峰值驱动电流提高到了 2A（源出）；

⑤ 定时电容的放电电流误差可以精确调整到 ±5%，因此能精确设置最大占空比。

⑥ 逐周期电流限制延时时间仅 60ns，对输出短路故障的反应更迅速，电路的可靠性提高。

⑦ 提供 8 引脚的 μMAX® 封装。

因此采用 MAX5070A/B 可以实现更高的功率密度、更高的可靠性和更高性能的开关电源。

二、双端王者：TL494 及其兼容改进型号

1. TL494 的一般特点与兼容改进型号

TL494 是固定频率的电压型 PWM 控制 IC，电路拓扑形式灵活多样，推挽式、半桥式、全桥式、单端正激 / 反激式应用均可，不过单端应用相对比较少，主要用于直流斩波电路，双端应用则相对广泛一些，通常用于半桥式拓扑和推挽式拓扑。所谓双端，PWM 控制 IC 有两路幅度、频率、波形都相同而相位相差 180° 的脉冲驱动输出，在其典型应用中，两路驱动输出推动两个功率开关（管）以半桥或者推挽方式工作；而单端方式，它的两路驱动输出为同步同相脉冲，相当于两路驱动并联，共同驱动一个功率开关管，实际工作方式与单端 PWM 控制 IC 基本相同。TL494 的工作方式由 13 脚控制，接 5V 电源为双端方式，接地为单端方式。

TL494 应该是应用最广泛的双端 PWM 控制器，最高工作频率 200kHz，最大输出驱动电流 200mA，最大工作电压 40V，内部的输出级可以接成共发射极输出或者射极跟随器输出形式，可以用于 AC-DC，也可以用于 DC-DC，常见的封装外形有 16 引脚的 DIP（型号第二个字母后缀 N）和 SOP（型号第二个字母后缀 D）封装，其中 DIP 封装的在 AC-DC 电源中最为常用。图 10 是 TL494 的内部电路简图和引脚定义，表 4 是其主要的技术参数。

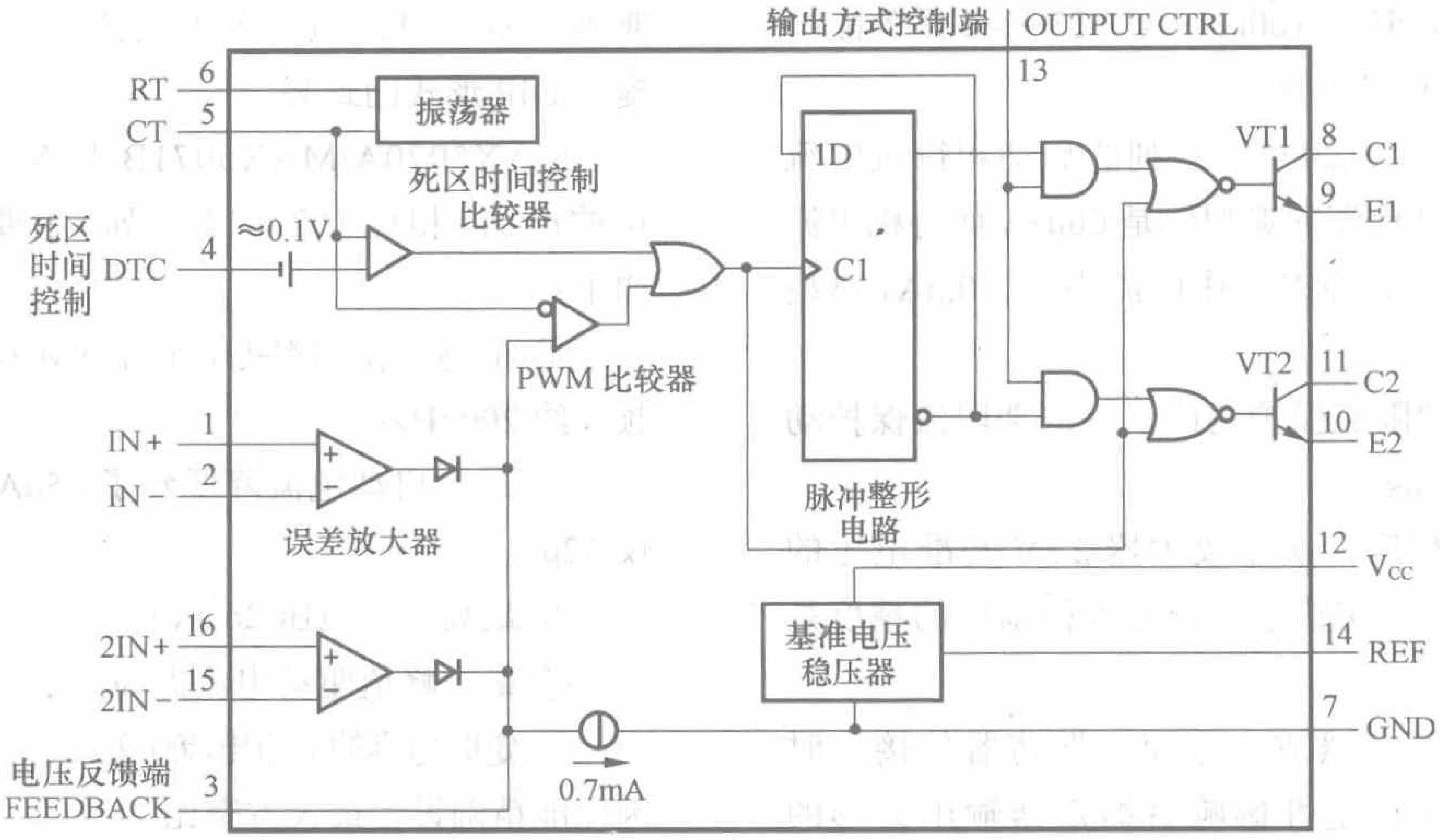


图 10　TL494 的内部电路简图和引脚定义

TL494 的升级型号是 TL594，主要的改进是振荡器的最高开关频率提高到了 300kHz，5V 基准电压的精度提高到了 1.5%。

TL494 不像 UC3842 有那么多的系列型号，工作温度范围以第一个字母后缀分挡（参见表 4），封装形式以第二个字母后缀字母标识。生产 TL494 的公司主要有 TI、Fairchild、ON、HTC、UTC、WS 等，和 UC3842 一样，也有一些公司使用自己公司的字母前缀而没有使用 TL，如日立公司使用 μPC 前缀等，各制造商的产品有的在技术规格的细节上会有一些差别，一般不影响直接代换使用。

表 4　TL494 主要技术参数（T_A=25℃，有特殊说明者除外）

参　数		符号	参　数　值		
			最小值	典型值	最大值
Supply voltage（工作电压）		V_{cc}	7V	15V	40V
error-amplifier input voltage（误差放大器输入电压范围）		V_I	−0.3	—	Vcc−2V
error-amplifier unity-gain bandwidth（误差放大器稳定增益带宽）		GB	650kHz～800kHz，因制造商而异		
Collector output voltage（共发射极输出，集电极输出电压）		V_o	—	30	40
Collector output current（共发射极输出，集电极输出电流）		I_c	—	—	200mA
Current Into feedback terminal（反馈端消耗电流）		I_{fb}	—	—	0.3 mA
Reference output voltage（基准电压）		V_{ref}	4.75	5	5.25
Reference output accuracy（基准电压精度）		-	—	5%	—
Reference output current（基准电压电流供应能力）		I_{ref}	—	—	10mA
Oscillator freVTuency（振荡器频率）		f_{osc}	1kHz	40kHz	200kHz
Timing resistor（定时电阻阻值范围）		R_T	1.8kΩ	30 kΩ	500 kΩ
Timing capacitor（定时电容容量范围）		C_T	0.47nF	1nF	10μF
Operating temperature（工作环境温度范围）	TL494C	T_A	0℃～70℃		
	TL494I		−40℃～80℃		
	TL494B		−40℃～125℃		

另外，TL494 还有一些不同名但引脚和功能兼容的型号，比较常见的型号参见表 5，表中型号字母后缀含义：B/P—DIP 塑料封装，D/BD/PF/N—SOP 塑料封装，无—DIP 塑料封装，C—DIP 陶瓷封装。

表 5　TL494 的非同名引脚和功能兼容型号

型　　号	工作环境温度范围	5V 基准电压精度	最高开关频率	误差放大器稳定增益带宽	制　造　商
KA7500	0℃～70℃	1%	200kHz	650kHz	STEK
KA7500B/BD	0℃～70℃	5%	300kHz	650kHz	Fairchild（飞兆）
KA7500B/BD	0℃～70℃	1%	300kHz	650kHz	SAMSUNG（三星）
IR3M02	−25℃～85℃	5%	300kHz	800kHz	SHARP（夏普）
IR9494/N	−20℃～85℃	5%	300kHz	800kHz	SHARP
MB3759P/C/PF	−30℃～85℃	5%	300kHz	800kHz	FUJITSU（富士通机电）

2．TL494 的应用实例

（1）典型的采用 TL494 的电脑 ATX 电源

图 11 是一个典型的 ATX 电源，总输出功率为 200W，没有 PFC 电路，推出时间很早，是很多采用半桥式拓扑的电脑开关电源的原型，双端 PWM 控制 IC 的电路原理大同小异，后来大多数的电脑 ATX 只是这个电路的变形和改进。

T2 是推动变压器，推动电路采用推挽方式；T3 是主开关变压器，主开关电路为半桥式拓扑。次级输出的 +5V、+12V 经过 R26、R25 按比例混合取样，以 PWM 方式实现稳压，而 −12V 和 −5V 因为负载很轻，依靠接入的假负载 R51、R52 进行粗稳压，后期的改进产品一般都接入了 7905 和 7912 进行线性稳压；+3.3V 由 +5V 绕组经 L8 降压后获得，稳压由 VT13、ZIC1（TL431）及其外围电路完成，VD32 的接入等效于 L8 流过了双倍的电流，可以降低对 VT13 的耗散功率的要求。+3.3V 稳压电路也被称为“磁放大技术”，实际上是通过一个可变的假负载实现稳压的，稳压的精度和动态都不好，效率也不高，后续产品使用大电流的 VMOS 斩波稳压来提高性能，更新

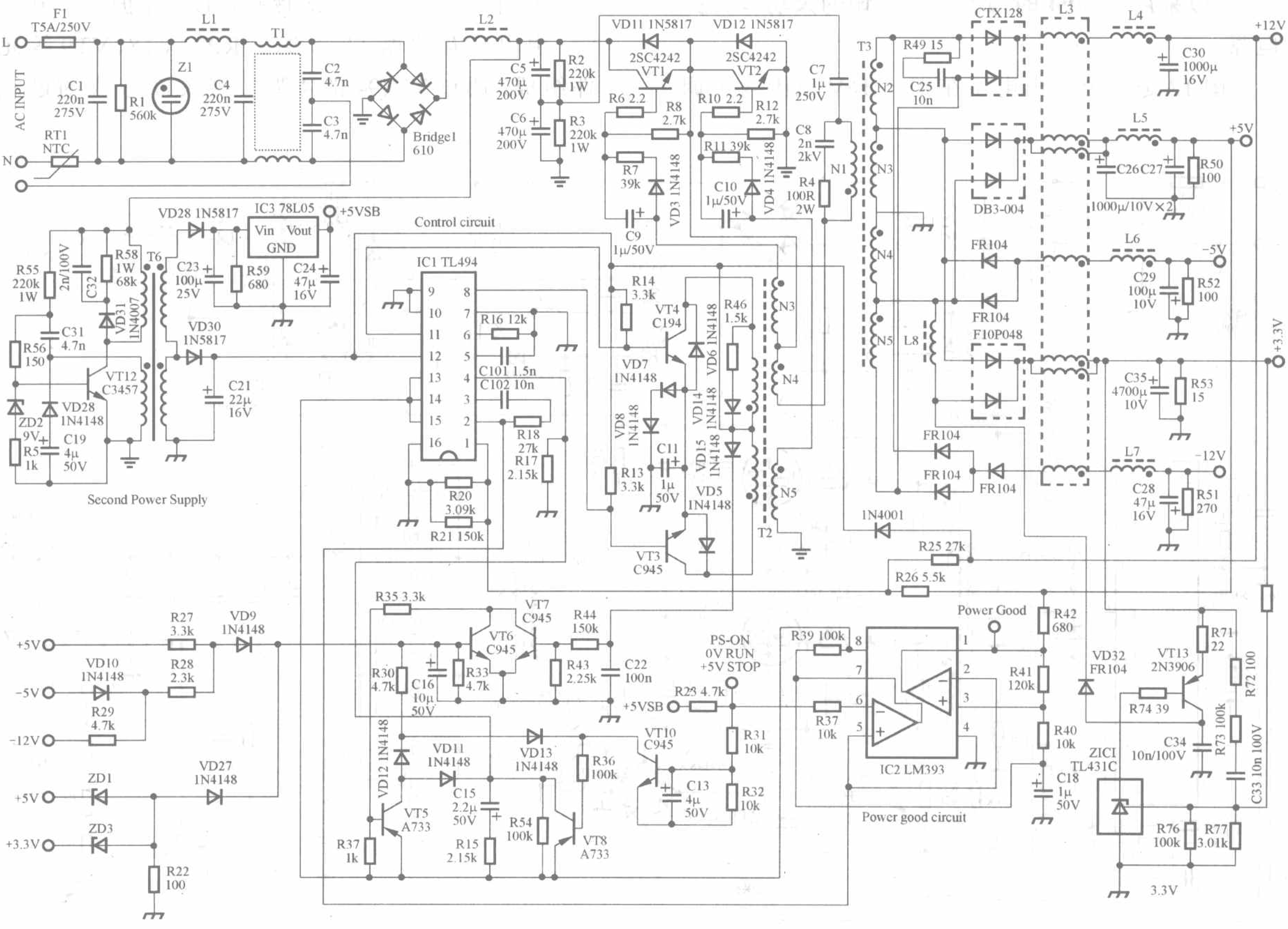


图 11　一个典型的 ATX 电源

的产品则采用独立的 DC-DC 变换器，同时使用同步整流技术来兼顾效率，这种方法被称为后稳压技术，ON 的 NCP4330 和 Linear 公司的 LT3710 都是这样的控制器。

VT5、VT8 组成了死区时间比较器的控制电路，配合 TL494 的 4 脚完成死区时间控制；IC2 及其外围电路产生 PG（Power Good，电源好）信号；VT6、VT7 构成过压保护电路，控制则通过 VT5、VT8 通过 TL494 的 4 脚完成，主电源数输出保护采样控制由 VT6 完成，VT7 是辅助电源的过压保护取样控制管；VT10 构成 PS-ON 电路，即电源的软开关，最终控制仍然需要通过 VT5、VT8 完成。

T6 是辅助电源变压器，由 VT12 及其外围元件组成自激振荡的开关电源，这个典型的电路至今仍然见于很多小功率的电源产品，如 MP3 播放器充电器等。辅助电源主要做为 +5VSB 待机电源，除此之外，还是 TL494 和控制电路在电源启动期间的的电源。

这个电路详细的原理描述在很多公开的资料中都可以找到，限于篇幅，这里不再赘述。

（2）采用 TL494 的输出电压可调的大功率开关电源

图 12 是一个输出电压在 4V～16V 范围内可调的大功率开关电源，最大输出电流 40A，最大总输出功率约 600W，开关频率约 50kHz，有完善的过流保护电路和软启动功能。

RP3 用来调节输出电压，一般装在电源外壳的面板上以方便电压调节；RP1 是电压细调，防止占空比失调，保证电压的调整范围和调整率，一般初次调好即可固定。R28 和 C26 在输出电感 L7 之前信号采样，与电感后的采样信号混合可以消除 L7 对环路稳定性影响，提高电源稳定度。电压采样信号最后被送到 TL494 的 1 脚，电源的稳压由 TL494 内部的误差放大器 1 完成。

图 12 所示电路采用半桥式电路拓扑，VT5、VT6 是主开关管，C11、C25 是主滤波电容，同时充当辅助被动桥臂。VMOS 的驱动与双极性晶体管有所不同，以半桥的上臂为例，VT5 的作用是快速泄放 VMOS 管的栅级电荷，加速其截止，R16 能够抑制驱动脉冲的尖峰，R9、VD7、R11 主要是为了抑制寄生振荡，下臂与此相同。

软启动功能由继电器 JK1 和 R4 组成；过流保护有两个回路：一是初级保护，主要保护功率开关管，由电流互感器 T5、VD15、RP2、VT8、VT9 等元件组成，通过 TL494 的 4 脚实现关断方式的过流

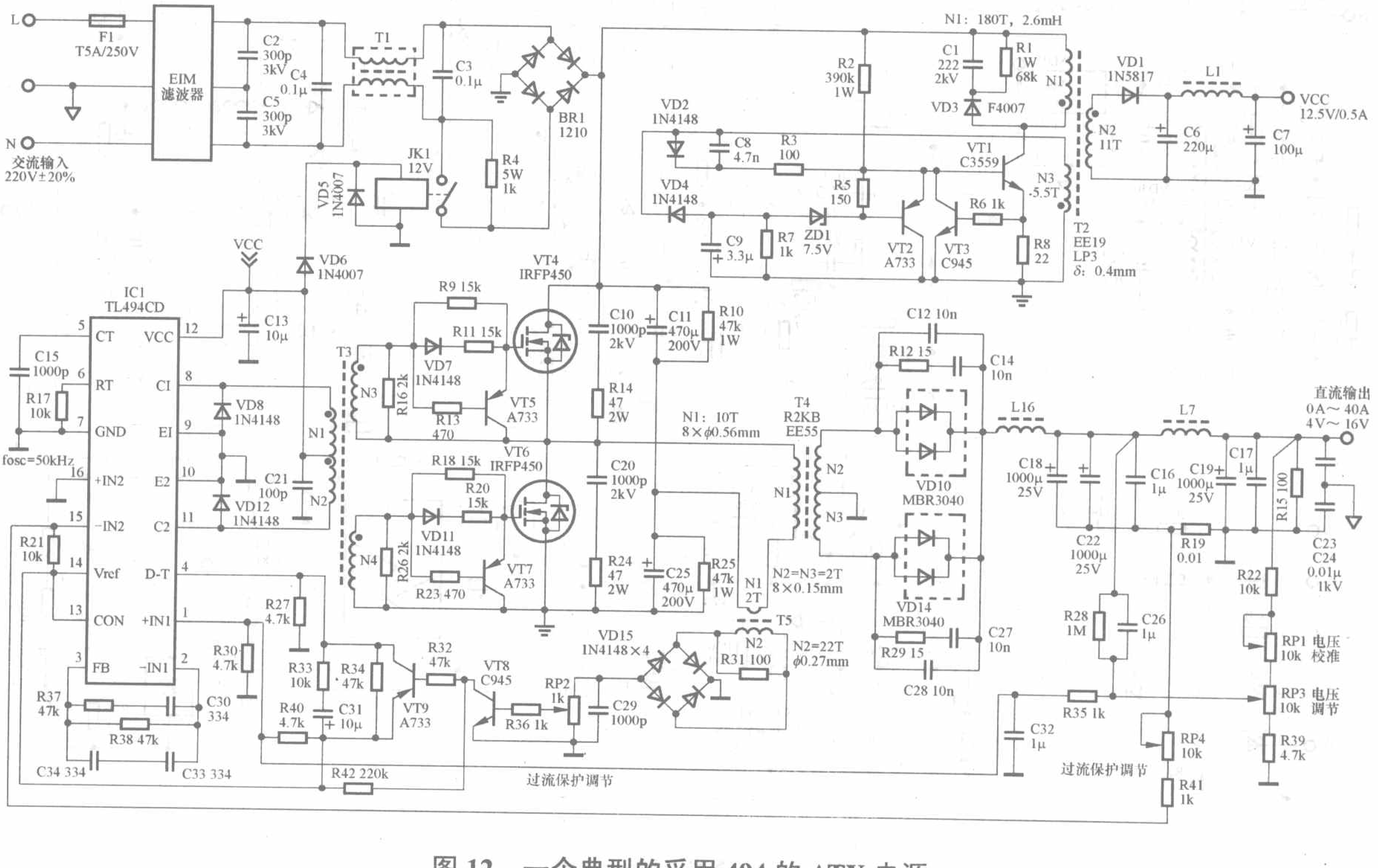


图 12　一个典型的采用 494 的 ATX 电源

控制，T5 可以使用成品电流互感器，也可以用磁环自行绕制，过流保护点可以通过调整 RP2 实现；二是次级保护，主要保护负载，由电流取样电阻 R19、RP4 等元件组成，通过 TL494 的 15 脚完成限流方式的过流控制。

以 VT1、T2 为核心的电路是一个典型的自激式小功率开关电源，作为辅助电源，给 TL494 以及辅助控制电路供电。VT3、R6 构成过流保护电路，ZD1、VT2、R5、R7 组成电压检测与稳压电路，通过控制 VT1 的基极电流的直流分量，从而保持输出电压稳定。

三、双端候补王者：SG3524 和 SG3525 系列

SG3524 和 SG3525 系列最初由 Silicon General 公司设计生产，二者都是固定频率的电压型 PWM 控制 IC，在电路结构上类似于 TL494 系列，在性能和型号命名上类似于 UC3842 系列，也更类似于双端 PWM 控制器 UC3825 系列。SG3524 和 SG3525 系列的开关频率范围是 100Hz～500kHz，工作电压范围 8V～40V，电流驱动能力每通道 100mA，最大占空比 49%，所不同的是封装和工作环境温度范围，具体差别参见表 6。

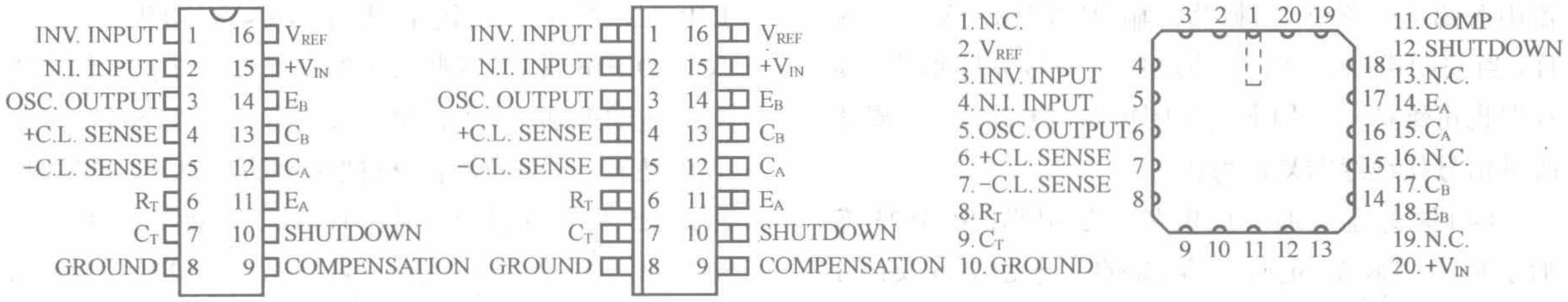
SG3525 可以说是 SG3524 的升级版本，不过 SG3525 的电路结构改变很大，与 SG3524 的引脚也并不兼容，以 SG3524 和 SG3525 为例，二者的主要技术规格参见表 7，各种封装形式的引脚排列参见图 13 和图 14，内部电路框图参见图 15。

表 6　SGx52x 型号

工作温度范围	封装形式				
	SO16 塑料封装	DIP16 塑料封装	DIP16 陶瓷封装	PLCC20 陶瓷封装	裸　片
0℃～70℃	SG3524D/SG3525AP	SG3524N/SG3525AN	SG3524J/SG3525J	—	SG3524Y
-25℃～85℃	SG2524D/SG2525AP	SG2524N/SG2525AN	SG2524J/SG2525J	—	—
-55℃～125℃	—	—	SG1524J/SG1525J	SG1524L/SG1525L	—

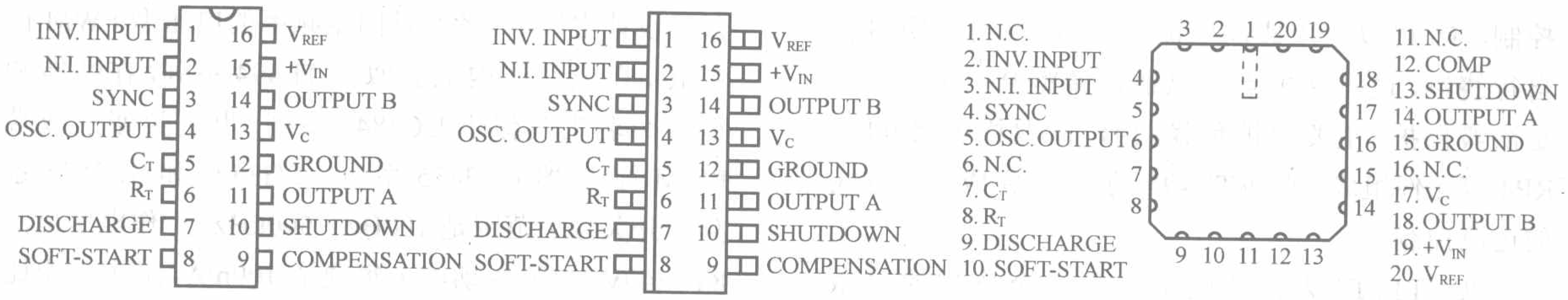
表 7　SG3524 和 SG3525 典型的主要技术参数

参　数	符　号	典型参数值或者范围	
		SG3524	SG3525
Supply voltage（工作电压范围）	V_{cc}	8V～40V	8V～35V
Collector Leakage（每通道最大平均输出驱动电流）	I_o	100mA	100mA
Duty-cycle range（占空比范围）	D_{MAX}	0～49%	0～49%
Reference output voltage（基准电压）	V_{ref}	5V	5.1V
reference voltage tolerance（基准电压公差，以 352x 计）	δ_{ref}	±8%	±2%
Reference output current（基准电压电流供应能力）	I_{ref}	0～20mA	0～20mA
Oscillator FreVTuency Range（振荡器开关频率范围）	f_{osc}	50 Hz～500kHz	100 Hz～400kHz
Timing resistor（定时电阻阻值范围）	R_T	1.8kΩ～100kΩ	2kΩ～200kΩ
Timing capacitor（定时电容容量范围）	C_T	1000pF～0.1μF	470pF～0.1μF



DIP16 封装的引脚排列　　SO16 封装的引脚排列　　PLCC 封装的引脚排列

图 13　不同封装形式的 SG3524 的引脚排列



DIP16 封装的引脚排列　　SO16 封装的引脚排列　　PLCC 封装的引脚排列

图 14　不同封装形式的 SG3525 的引脚排列

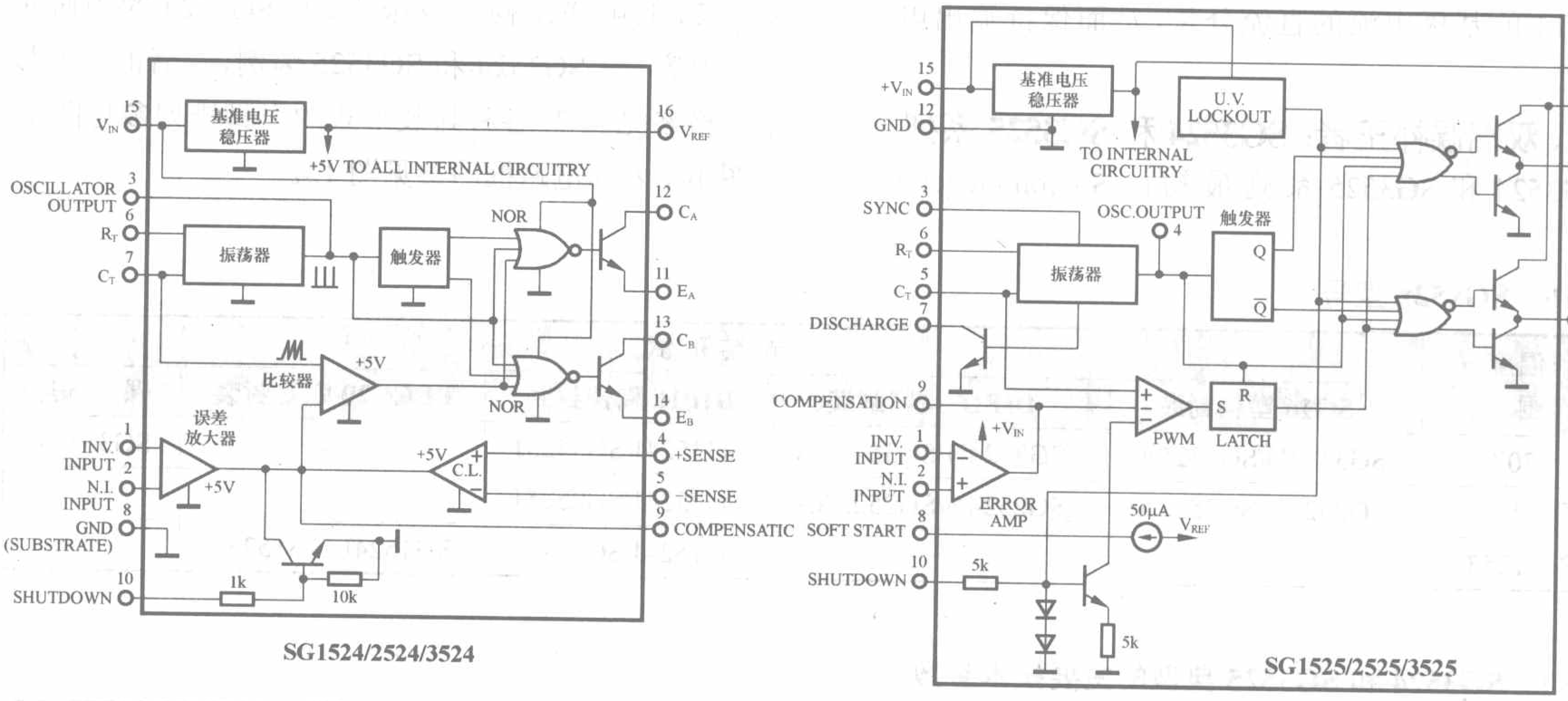


图 15　SG3524 和 SG3525 系列的内部电路框图

SG3525 在 SG3524 的基础上，主要作了以下改进：

（1）增加了欠压锁定电路：当工作电压低于 8V 时，集成电路内部电路锁定，无需额外的外部电路。

（2）集成了软启动电路： SF3525 的 8 是软启动控制脚，可外接软启动电容。该电容通过内部 50μA 恒流源的进行充电，使占空比由小到大（50%）变化。

（3）增加了 PWM 锁存器，使关闭动作更可靠：比较器（脉冲宽度调制）输出送到 PWM 锁存器，锁存器由关闭电路置位，由振荡器输出时间脉冲复位。这样，当关闭电路动作，即使过电流信号立即消失，锁存器也可维持一个周期的关闭控制，直到下一个周期时钟信号使锁存器复位为止。

（4）振荡器增加了放电和同步引脚：SG3525 增加了放电引脚 7，定时电容 C_T 的放电由脚 5 及脚 7 之间外接电阻决定，充电和放电各有单独的回路，有利于死区时间的精确调节；SG3525 的 3 脚是专门的外同步引脚，多个 SG3525 并联非常方便。

（5）输出级改为图腾柱输出：图腾柱输出有助于提高外部功率开关管的关断速度，更适合驱动 VMOS。

生产 SG3524/SG3525 的制造商也有很多，括号中是该公司自己的型号字母前缀：NSC（LM）、ST、Fairchild（KA）、ON（CS）、TI（SG/UC）、Semelab（IP）、Linfinity、Philips 、Microsemi、Linear（SG/LT）、NJR（NJM）等。不是所有公司都生产全系列的型号，有些公司只生产基本的 SG3524/3525，封装形式也以 DIP16 和 SOP16 比较常见，在 AC-DC 电源应用中，又以 DIP16 常见，这些公司的产品同样在技术细节上有一定的差别，但不影响代换使用。另外，SG3525 系列中还有一个波形输出极性相反的 SG3527 系列，即 SG3525 系列以低电平为“关断”，而 SG3527 系列以高电平为“关断”，其他技术规格与 SG3525 系列相同。

虽然 SG3524/SG3525 的引脚不兼容，不过二者应用的广泛性却是难分伯仲，虽然二者同样可以用于 AC-DC 开关电源、DC-DC 变换，不过与 UC3824 系

列和 TL494 系列相比，SG3524/SG3525 在 DC-DC 变换器中更为常见，这并非它们在 AC-DC 应用中有缺陷，而是应用习惯使然。SG3524/SG3525 适用的电路拓扑同样包括推挽、半桥、全桥以及单端形式，在 DC-DC 变换中可用于直流斩波。图 16 是一个采用 SG3525 的通用开关电源的实例。

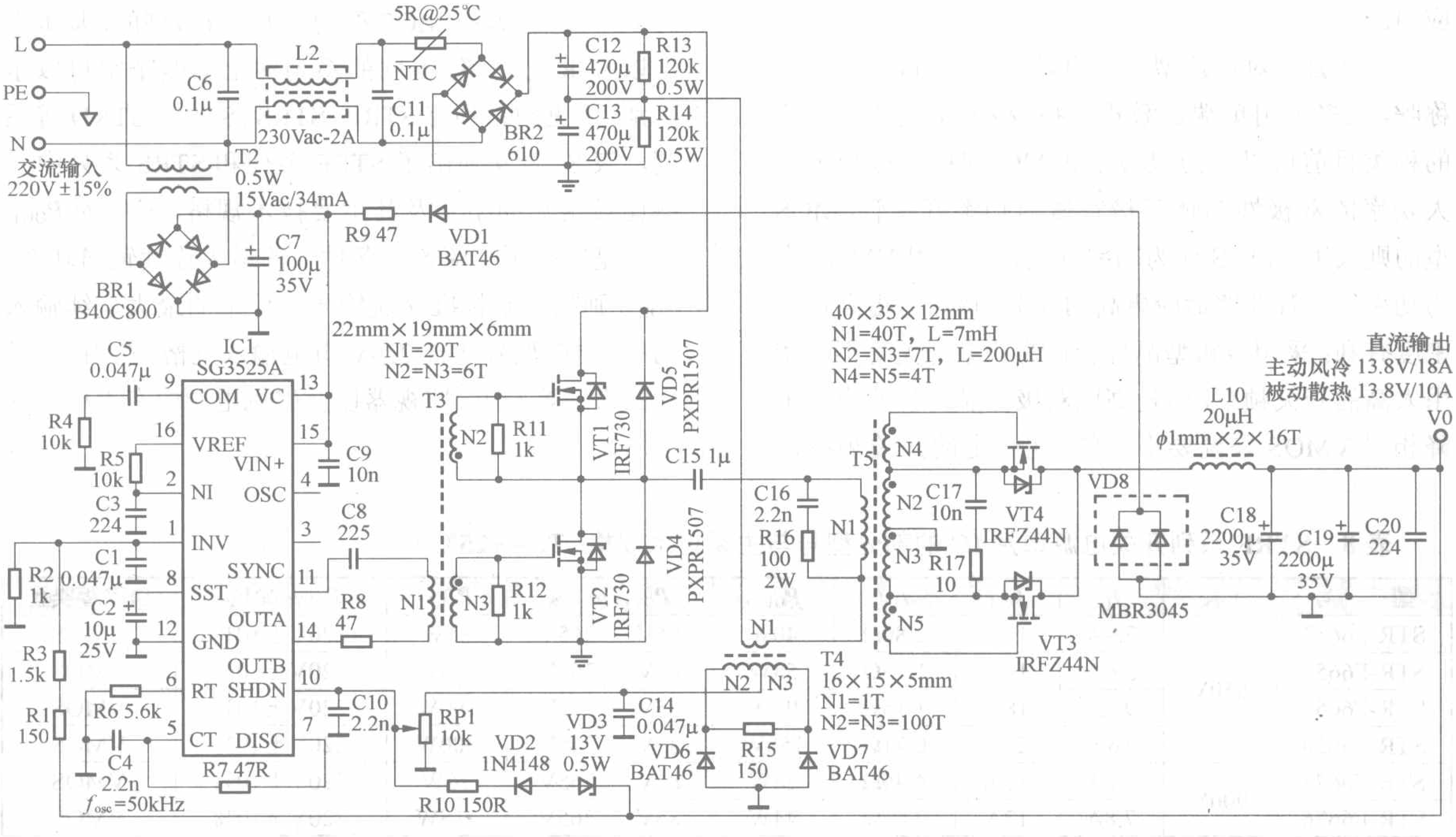


图 16　一个采用 SG3525 的输出功率 250W 的通用开关电源

图 16 所示的电路采用半桥式电路拓扑，交流输入电压 220V±15%，输出电流最大 18A（主动风冷），输出电压 13.8V，自然通风条件下（被动散热）的最大输出电流 10A，次级低压整流电路采用了自驱动方式的同步整流，有过流和过压保护电路以及软启动电路，开关频率约 50kHz。

NTC 电阻可以减小启动时的冲击电流，室温 25℃时的阻值是 5Ω；启动电路没有采用通常的电阻降压方式而是采用了一个 0.5W 的工频电源变压器 T1，目的是不再使用光耦实现初次级的隔离，启动功耗和可靠性也有所提高；T3 是推动变压器，VT1、VT2 是主开关功率管；T5 是主开关变压器，VT3、VT4 是同步整流管，自驱动方式，与肖特基二极管整流相比可以提高效率，输出电压越低，效率提高越明显，因为低耐压 VMOS 的栅极电荷和导通电阻都比较低，相应的可以降低开关损耗和导通损耗；T5 是电流互感器，用作初级过流保护的电流检测，RP1 可以调节过流保护点，过压保护由 VD2、VD3 及 R10 完成；稳压回路由于 SG3525 的误差放大器增益比较高所以没有使用常见的电压基准器件，直接通过 R1、R2、R3 将输出电压分压后送到 SG3525 的 1 脚；R6、C4 决定了电路的开关频率，可以按照 f_{osc}==1/[$C4(0.7R6 + 3R7)$] 进行计算；C2 是软启动电容，因此前述的 NTC 主要是为了减小主滤波电容启动充电时的冲击电流，电路的软启动是由 SG3525 集成的控制电路完成的。

四、单片系列

所谓单片型，就是将 PWM 控制电路和功率输出开关管集成在一起的功率型集成电路，集成度提高，可靠性和性能提高，占板面积减小，但总体成本有提高趋势，生产规模越大，这种成本提高的趋势越小甚至可以和分立解决方案持平乃至降低。不过集成度的提高也带来了应用灵活性降低的弊端，如单片型的开关电源集成电路有用于 AC-DC 的，也有 用于 DC-DC 的，不过二者一般不再通用；再者，因为功率开关管已经集成在内，所以电路拓扑也已经固定而难以改变，同时最大输出功率也是固定的。

Sanyo 公司的厚膜混合集成电路曾经是单片型开

关电源IC中独树一帜的王者，不过随着该公司的淡出，现在已经比较少见了，而单片型开关电源IC的发展却没有停止，反而有了长足的发展，在电源适配器、充电器、碟机电源、电视、监视器电源中有着广泛的应用。

一些公司对单片型开关电源IC有着自己的专门称呼，大多采用单端反激式拓扑，根据集成的功率管的种类目前可以分为双极型和MOS型，双极型采用大功率的双极性晶体三极管做为功率开关管，MOS型的则采用VMOS作为功率开关管。采用VMOS作为功率开关管能够适应更高的开关频率，对提高功率密度有利；采用双极型晶体管做为功率开关管不能使用太高的开关频率，但是高压双极性晶体管的饱和压降相对VMOS来说要小一些，在一定的开关频率范围内，对提高效率有利。

1. Sanken公司的的STR系列单片开关电源IC

Sanken公司的单片型AC-DC开关电源单片IC有多个系列，既有MOS型的，也有双极型的，基本上都以STR为前缀，不同的系列加上第四个字母以示区别，常见的系列有STRF、STRS、STRZ、STRD等系列。表8、表9列出了STRF系列和STRS系列中一些比较常见的型号及其主要技术规格，表中的P_{OUT1}指的是宽范围交流输入条件下的最大连续输出功率，P_{OUT2}则指的是标准交流输入条件下的最大连续输入功率，这些型号适合220V市电输入规格，在国产、进口的大屏幕彩电、监视器以及碟机电源中有着广泛的应用。

表8 STRF系列开关电源单片IC的部分型号与主要技术规格（T_A＝+25℃）

型号	V_{DSS}	I_D	I_{DM}	r_{DS}	P_{OUT1}	P_{OUT1} @V_{IN}	P_{OUT2}	P_{OUT2} @V_{IN}	功率管类型
STR-F6652	650V	7.9A	10A	2.80Ω	40W	85V～265V	86W	220V±10%	VMOS
STR-F6653		5.6A	14A	1.95Ω	58W	85V～265V	120W	220V±10%	VMOS
STR-F6654		9.7A	18A	1.15Ω	92W	85V～265V	190W	220V±10%	VMOS
STR-F6656		16A	25A	0.71Ω	150W	85V～265V	300W	220V±10%	VMOS
STR-F6674	900V	6.0A	9.2A	4.49Ω	28W	85V～265V	76W	220V±10%	VMOS
STR-F6676		7.8A	12A	2.81Ω	44W	85V～265V	115W	220V±10%	VMOS

表9 STRS系列开关电源单片IC的部分型号与主要技术规格（T_A＝+25℃）

型号	V_{CEO}	I_C	I_{CM}	P_{OUT}	P_{OUT} @V_{IN}	P_{OUT2}	P_{OUT2} @V_{IN}	功率管类型
STRS5707	850V	6A	12A	90W	85V～265V	140W	220V±10%	双极性晶体管
STRS5708		7.5A	15A	120W	85V～265V	180W	220V±10%	双极性晶体管
STRS6707		6A	12A	90W	85V～265V	140W	220V±10%	双极性晶体管
STRS6708		7.5A	12A	120W	85V～265V	180W	220V±10%	双极性晶体管
STRS6709		10A	20A	160W	85V～265V	220W	220V±10%	双极性晶体管

表8所列只是STRF系列中的一部分，集成的功率开关管是VMOS，电路拓扑是单端反激式，固定频率准谐振型电路，启动电流小于0.4mA，逐周期电流控制，工作温度范围是－20℃～+12℃，双排5引脚的TO3P-5L封装，能够适应宽范围交流输入电压（85V～265V）和标准范围交流电压输入（220V±10%）。

所谓准谐振，是指开关电路工作于ZCS（zero current switched，零电流开关）或者ZVS（zero voltage switched，零电压开关）状态，ZCS和ZVS都是软开关的一种，无论是哪一种状态，都不是理想的谐振状态，理想的状态，开关电路同时工作在ZCS和ZVS条件，目前这样的电路还很复杂并且难以稳定实现。软开关与传统的硬开关相比，功率开关管的电流应力或者电压应力小，电路的EMI低，效率比较高。STRF系列和下面的STRS系列都属于ZCS准谐振软开关，STRF系列还集成了过压、欠压锁定、逐周期限流的过流保护功能，低启动电流，降频方式的待机低功耗模式。

表9所列也只是STRS系列中的一部分，集成的功率开关管是双极性功率晶体管，电路拓扑是单端反激式，固定频率准谐振型电路，双排9引脚的MSIP9封装，能够适应宽范围交流输入电压（85V～265V）和标准范围交流电压输入（220V±10%）。

STRF系列集成了过压、欠压锁定、逐周期限流的过流保护功能，待机低功耗模式。

图17是STRS系列的内部电路框图和引脚定义，STRF系列的参见图18的典型应用电路。

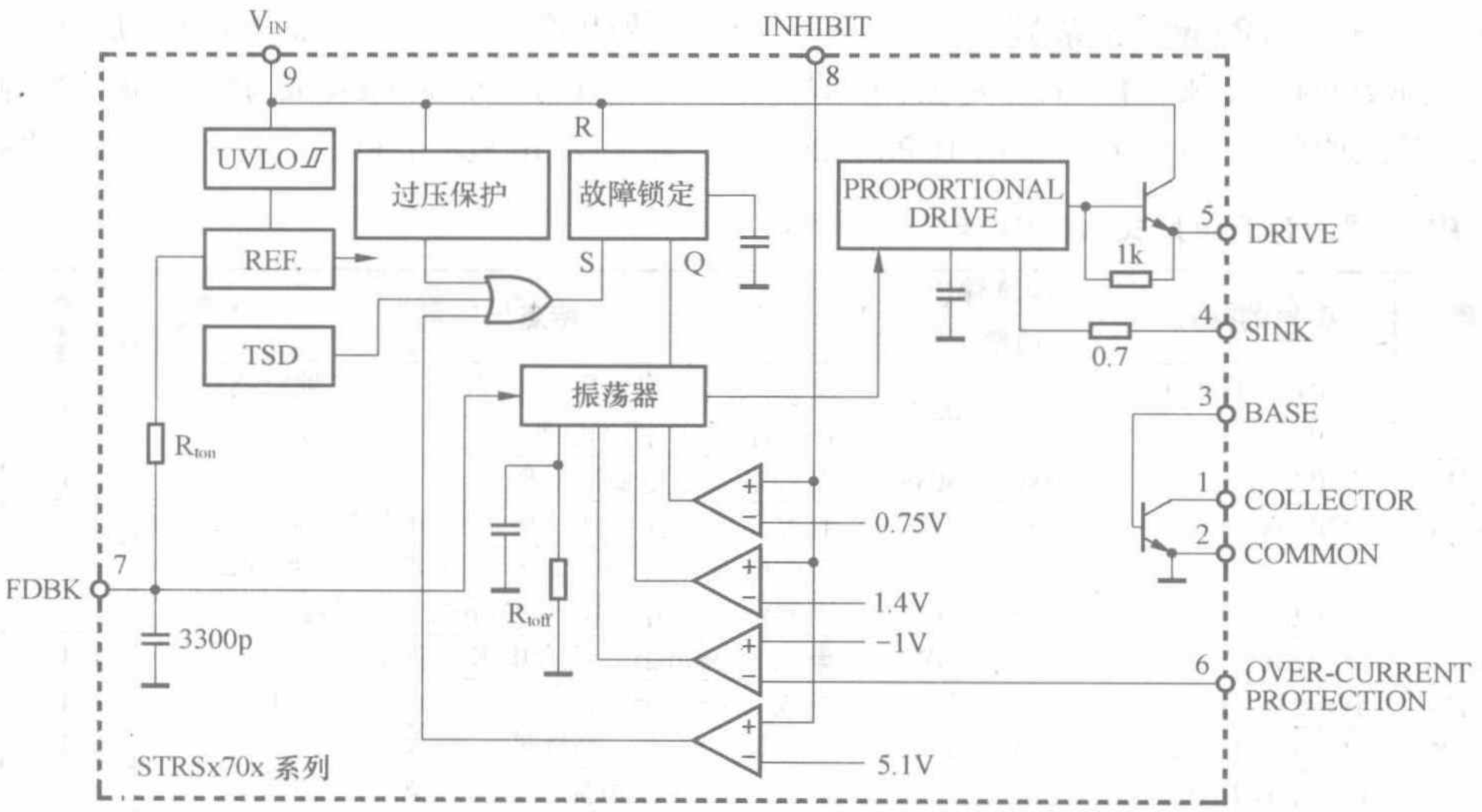


图 17　STRF66xx/STRSx70x 系列的内部电路框图

图 18 是 STRF66xx 的典型应用电路，图中未标注参数的元件与最大输出功率有关，根据具体型号而异。C1 是主滤波电容，C6 是输出滤波电容，VD5 是肖特基整流二极管，T 是主开关变压器。IC 的 4 脚电压控制着 IC 的启动和关断，16V 启动，11V 欠压关断（由高至低）；RS 是启动电阻同时决定了交流输入电压范围，68k 为宽输入交流电压范围（AC 85V～265V），100k 是标准交流输入电压范围（AC 220V±10%）；IC 启动后，正常工作状态 4 脚的电压是 18V，过压关断的电压是 22.5V；C2 与 RS 共同决定了软启动时间和欠压锁定时间，典型的取值范围是 47 μF~100 μF；电路工作于准谐振状态时，C4 和开关变压器 T 的磁感应强度共同决定了谐振频率；逐周期方式的过流保护借助 R5 完成，同时 R5 也是内部 VMOS 驱动的电压基准检测电阻。

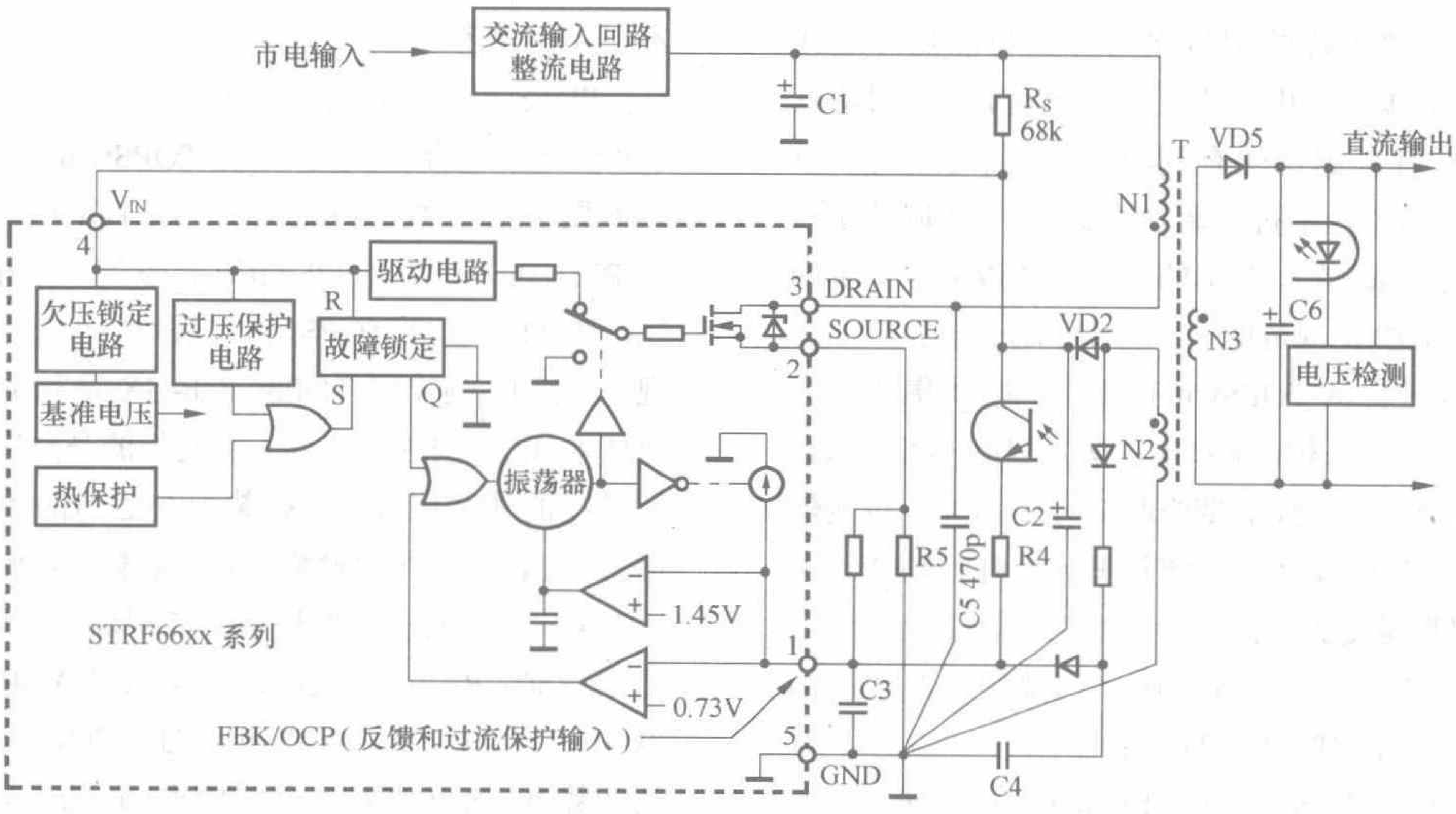


图 18　STRF66xx 的典型应用电路

2. PI 公司的 TOPSwitch 系列

PI（Power Integrations）无疑是单片式开关电源 IC 设计制造领域最活跃的公司，从 1994 年推出 TOPSwitch 系列开始，新品辈出，产品的系列也层出不穷，而只有 3 个引脚的 TOPSwitch 也成为经典，被形象地称为“电源管”。表 10 显示了 PI 公司现有产品系列的基本情况。

表 10　PI 公司现有的单片式 AC-DC 电源 IC 系列

系列名称	型号的格式[1]	连续输出[2] 功率范围	特点与应用	引脚[3] 数量	型号字[4] 母后缀
TOPSwitch	TOP10x/TOP20x TOP21x	8W～100W	反激式拓扑的效率优于 80%，开关频率典型值 100kHz，占空比可调	3	Y/P/G
TOPSwitch-II	TOP22x	9W～150W	引脚附加了更多的功能	3	Y/P/G
TOPSwitch-FX	TOP23x	15W～75W	兼容 3 端工作模式，限流点可设定，跳周期	5	Y/P/G
TOPSwitch-GX	TOP24x	15W～290W	轻载降频和占空比调整，更可靠的频率抖动	6	Y/P/G/R/F
TinySwitch	TOP25x	4W～19W	无需辅助电源，符合 200mW 待机规范	4	P/G
TinySwitch-II	TOP26x	7W～23W	集成 EcoSmart，适合电源适配器应用	4	P/G
TinySwitch-III	TOP27x/TOP28x	11W～36W	集成 EcoSmart；限流点可设定；可靠性提高	4	P/G
TinySwitch-PK	TOP37x/TOP38x	15W～35W	峰值输出能力，高性能低成本	4	P
LinkSwitch	LNK50x/LNK52x	5W	初级 CC/CV（恒流 / 恒压）控制，充电器应用	3	P/G/D
LinkSwitch-LP	LNK56x	2W～3W	替代工频变压器充电器	4	P/G/D
LinkSwitch-XT	LNK36x	3W～9W	集成 EcoSmart，精确 CC/CV 输出	4	P/G/D
LinkSwitch-HF	LNK35x	4W～5W	高精度 CV，集成 EcoSmart，跳周期模式		Y/P/G
LinkSwitch-TN	LNK30x	80mA～360mA	非隔离电源	4	P/G/D
PeakSwitch	PKS60x	13W～75W	集成 EcoSmart，峰值输出能力，高性能低成本	4	Y/P/F

注释：1. x 表示任意数字；

2. 连续输出功率，标准交流输入电压范围（220V±10% 或者 110V±10%），开放式结构，最大输出功率因具体型号而异，本栏数据是该系列各型号的最大输出功率起始范围；

3. 空脚不计，功能相同的引脚视为 1 个引脚；

4. 型号字母后缀含义：Y－TO220，P－DIP，G－SMD，R－TO263，F－TO262，D－SO。

与 STR 等其他单片型开关电源 IC 相比，PI 公司的产品系列更全，不需要启动电阻和电流检测电阻；采用 700V 或者 350V 的 VMOS 功率开关管，PWM 控制和其他控制电路采用 CMOS 工艺制造，具有高可靠性和低功耗的特点。PI 公司的单片型开关电源 IC 有金属散热片的型号采用源极与散热片连接的结构，由于源极在电路中处于低电位，因此对降低辐射类的 EMI 问题比较有利，后期产品还采用了以 EcoSmart 命名的频率抖动调制机制，进一步降低了对 EMI 电路的要求，在小功率的应用中可以采用简单的 RC 电路达到 EMI 规范的要求，对降低成本和产品体积非常有好处。从 TOPSwitch 推出伊始就集成了完善的短路与开环保护、输入电压欠压及过压保护、精确的过热关机等功能，后期产品则逐步增加了过流保护点可设定功能、软启动、遥控开 / 关机等功能。另外，PI 公司也是提供全面完善的参考设计电路和专用 EAD 软件的公司之一，可以简化电源制造商的产品设计流程并缩短最终产品的上市时间。

从设计初衷来看，TinySwitch（含升级系列，-II、-III 等，下同）系列更适合电源适配器应用，LinkSwitch 则主要针对充电器应用，这是 PI 公司对产品的细分和对市场的精确定位的结果，而 TOPSwitch 系列也同样能够用于电源适配器以及充电器电源，只是没有针对性的优化，达到同样的功能需要附加一些额外的电路，虽然会增加一些成本，不过因为 TOPSwitch 的通用性强，数量规模优势带来的综合成本下降会更多。

PI 公司已经将上市最早的 TOPSwitch 和 TOPSwitch-II 合并为单一的 TOPSwitch 系列，一些原本属于早期 TOPSwitch 系列的 TOP200～204 以及 TOP214 可以使用 TOPSwitch-II 系列中的相应型号替代。表 11 列出了 TOPSwitch 系列的型号与主要技术规格，表 12 列出了 TOPSwitch-GX 系列的型号与主要技术规格。表中，开放式结构指的是温度为 50℃的无风冷的非密闭环境，IC 装配有适当的散热器；（字母）后缀表示不同的封装形式，具体含义参见表 10 的注释 4；I_{LIMIT} 表示该型号有电流限流功能，表中数值是限流值；$R_{DS(ON)}$ 表示 IC 中集成的 VMOS 的导通电阻，导通电阻低意味着电路的导通损耗比较低，也是计算 IC 耗散功率的主要依据；I_{PK} 表示 IC 集成的 VMOS 的漏源最大峰值电流，这个参数显示了 IC 耐电流冲击的能力。

表 11　TOPSwitch 系列的型号与主要技术规格（$T_J = 25$℃）

型　号	后　缀	I_{LIMIT}	$R_{DS(ON)}$	最大连续输出功率（开放式结构）	
				230VAC±15%	85V~265VAC
TOP209	P/G	0.19A	31.2Ω	4W	2W
TOP210	P/G	0.26A	31.2Ω	8W	5W
TOP221	P/G	0.25A	31.2Ω	9W	6W
	Y			12W	7W
TOP222	P/G	0.50A	15.6Ω	15W	10W
	Y			25W	15W
TOP223	P/G	1.00A	7.8Ω	25W	15W
	Y			50W	30W
TOP224	P/G	1.50A	5.2Ω	30W	20W
	Y			75W	45W
TOP225	Y	2.00A	3.9Ω	100W	60W
TOP226	Y	2.50A	3.1Ω	125W	75W
TOP227	Y	3.00A	2.6Ω	150W	99W

表 12　TOPSwitch-GX 系列的型号与主要技术规格（$T_J = 25$℃）

型　号	后　缀	I_{PK}	I_{LIMIT}	$R_{DS(ON)}$	最大连续输出功率（开放式结构）	
					230VAC±15%	85V~265VAC
TOP242	P/G	0.72A	0.45A	15.6Ω	15W	10W
	R				22W	14W
	Y/F				22W	14W
TOP243	P/G	1.44A	0.75A	7.80Ω	25W	15W
	R		0.90A		45W	23W
	Y/F				45W	30W
TOP244	P/G	2.16A	1.00A	5.2Ω	28W	20W
	R		1.35A		50W	28W
	Y/F				65W	45W
TOP245	P/G	2.88A	1.10A	3.9Ω	30W	22W
	R		1.80A		57W	33W
	Y/F				85W	60W
TOP246	P/G	4.32A	1.35A	2.6Ω	34W	26W
	R		1.70A		64W	38W
	Y/F				125W	90W
TOP247	R	5.76A	3.60A	1.95Ω	70W	43W
	Y/F				165W	125W
TOP248	R	7.20A	4.50A	1.56Ω	75W	48W
	Y/F				205W	155W
TOP249	R	8.64A	5.40A	1.30Ω	79W	53W
	Y/F				250W	180W
TOP250	R	10.08A	6.30A	1.10Ω	82W	55W
	Y/F				290W	210W

表 13 是两个系列主要技术规格的对比，图 19 和图 20 是两个系列的内部电路框图和引脚定义，图 21 是两个系列涉及的封装外形。从内部电路框图来看，二者的主要单元电路基本上是一样的，TOPSwitch-GX 系列比前者多了若干电路以实现更精确和更灵活的控制，对比引脚定义，TOPSwitch-GX 系列后缀字母为 R/Y/F 型号比前者多了 3 个功能引脚 L（line-sense，线路电压检测，用于 310V 高压的欠压 / 过压保护）、X（external current limit，外部限流控制，用于额外设定限流点）、F（frequency，开关频率选择，用于人工强制设定开关频率），而针对小功率应用的 P/G 型号则只比前者多了一个引脚 M（multi-function），是 X 和 L 引脚功能的复合，以减少电路复杂性。

表 13　TOPSwitch 和 TOPSwitch-GX 两系列主要的技术规格（典型值）的对比

系列与规格	TOPSwitch	TOPSwitch-GX	附　注
f_{osc}（开关频率）	100kHz	132kHz	GX 系列能降频或半频工作，最低至 15 kHz
D_{MAX}（最大占空比）	67%	78%	GX 系列与 I_L/I_M 有关
I_B（外部偏置电流）	2.0mA	2.0mA～2.7mA	GX 系列与具体型号有关
I_C（C 端控制电流）	−1.9mA	−3.5mA	T_J= 25℃，V_C = 0 V
$f_{(AR)}$（自动重启频率）	1.2Hz	1Hz	表示重启时间间隔的大小
t_{ILD}（限流延时）	100ns	100ns	I_C = 4mA
过热关断温度	135℃	140℃	I_C = 4mA
I_{DSS}（关断泄漏电流）	≤ 250μA	≤ 470μA	V_{DS} = 560 V，T_A = 125℃
BV_{DSS}（击穿电压）	≥ 700V	≥ 700V	T_J= 25℃
t_R（上升时间）	100ns	100ns	反激式拓扑的典型应用
t_F（下降时间）	50ns	50ns	
D 端最小电压	36V	36V	D 端的电压低于此值，IC 将难以正常工作

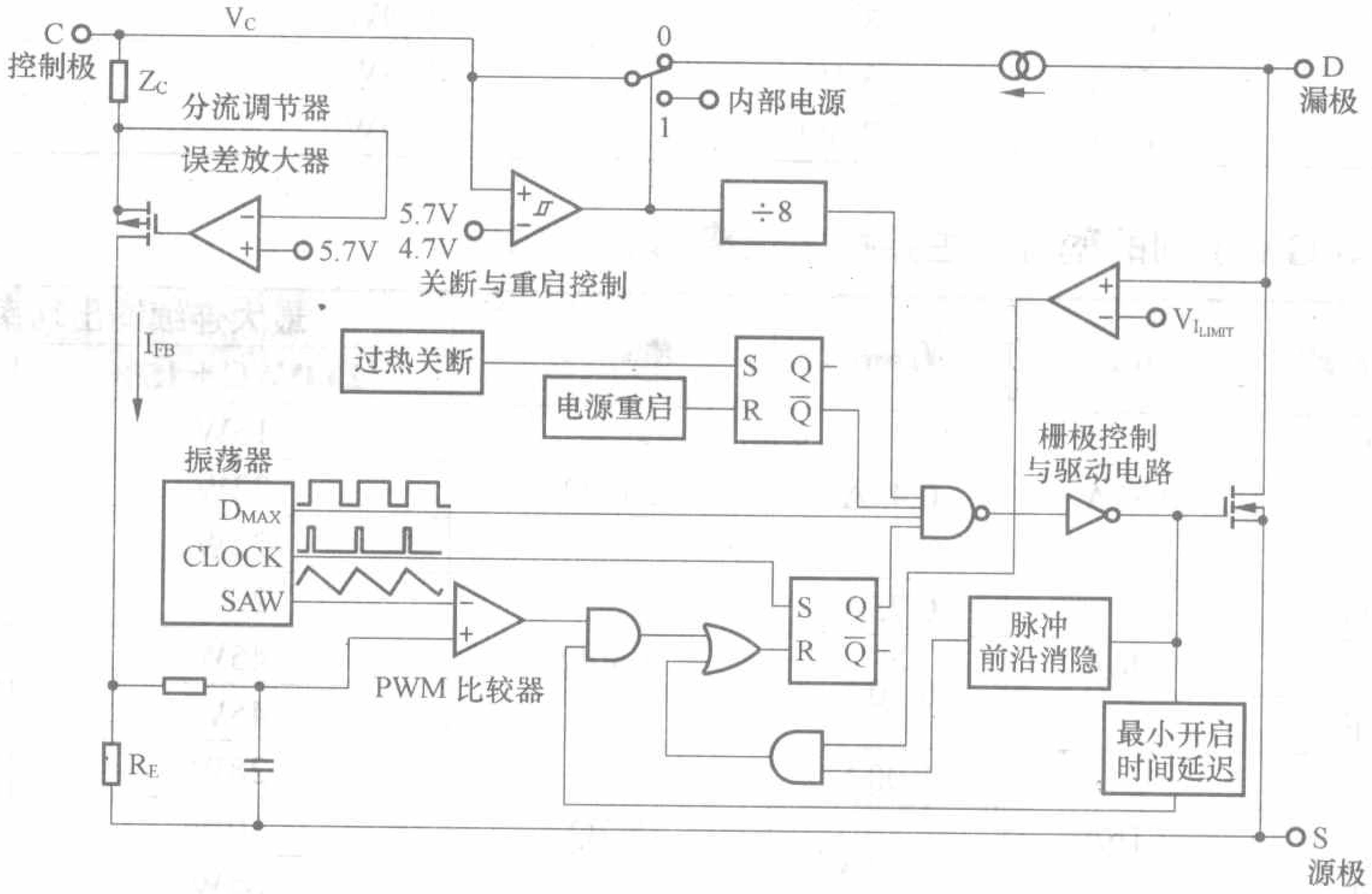


图 19　TOPSwitch 系列的内部电路框图和引脚定义

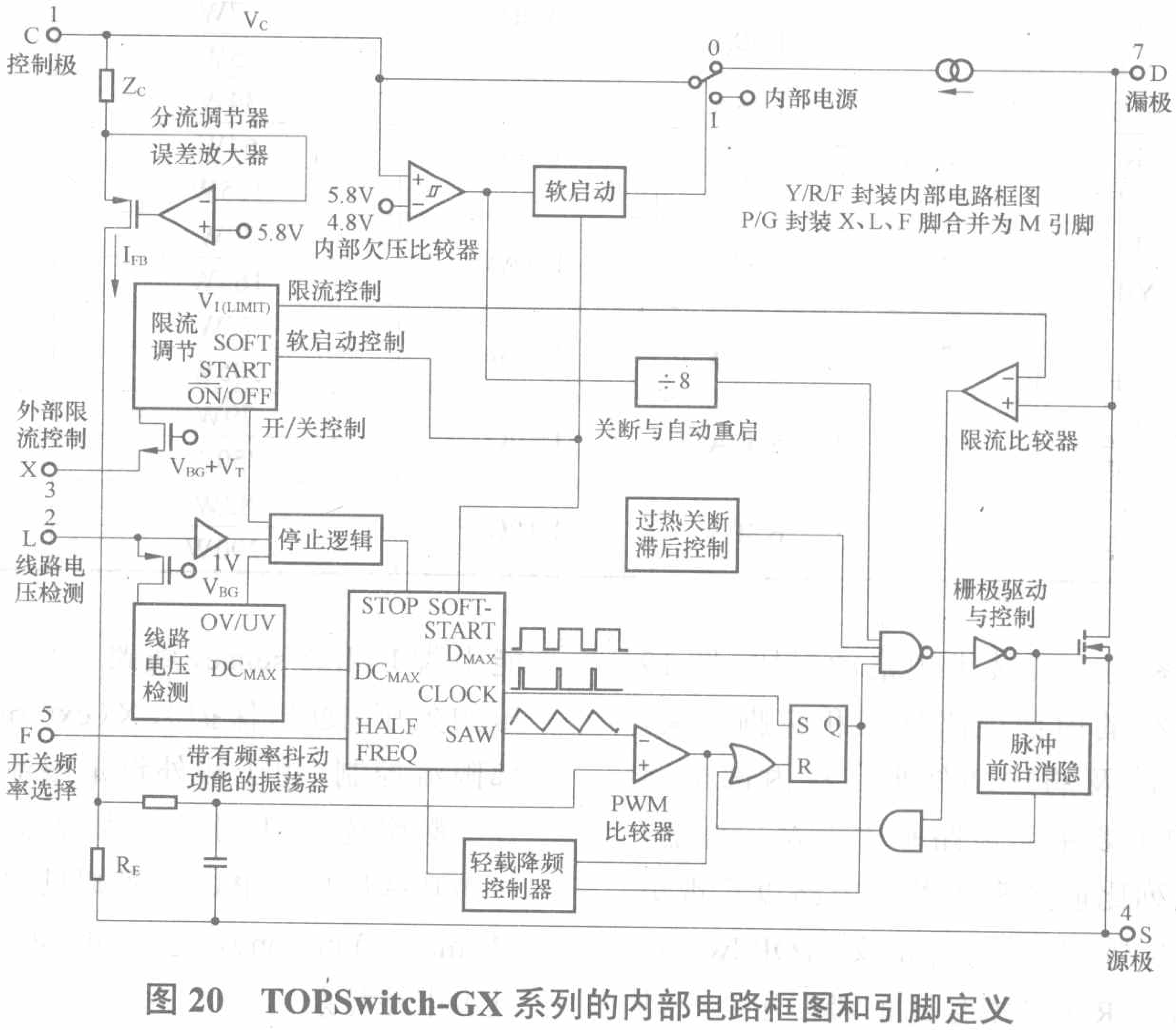


图 20　TOPSwitch-GX 系列的内部电路框图和引脚定义

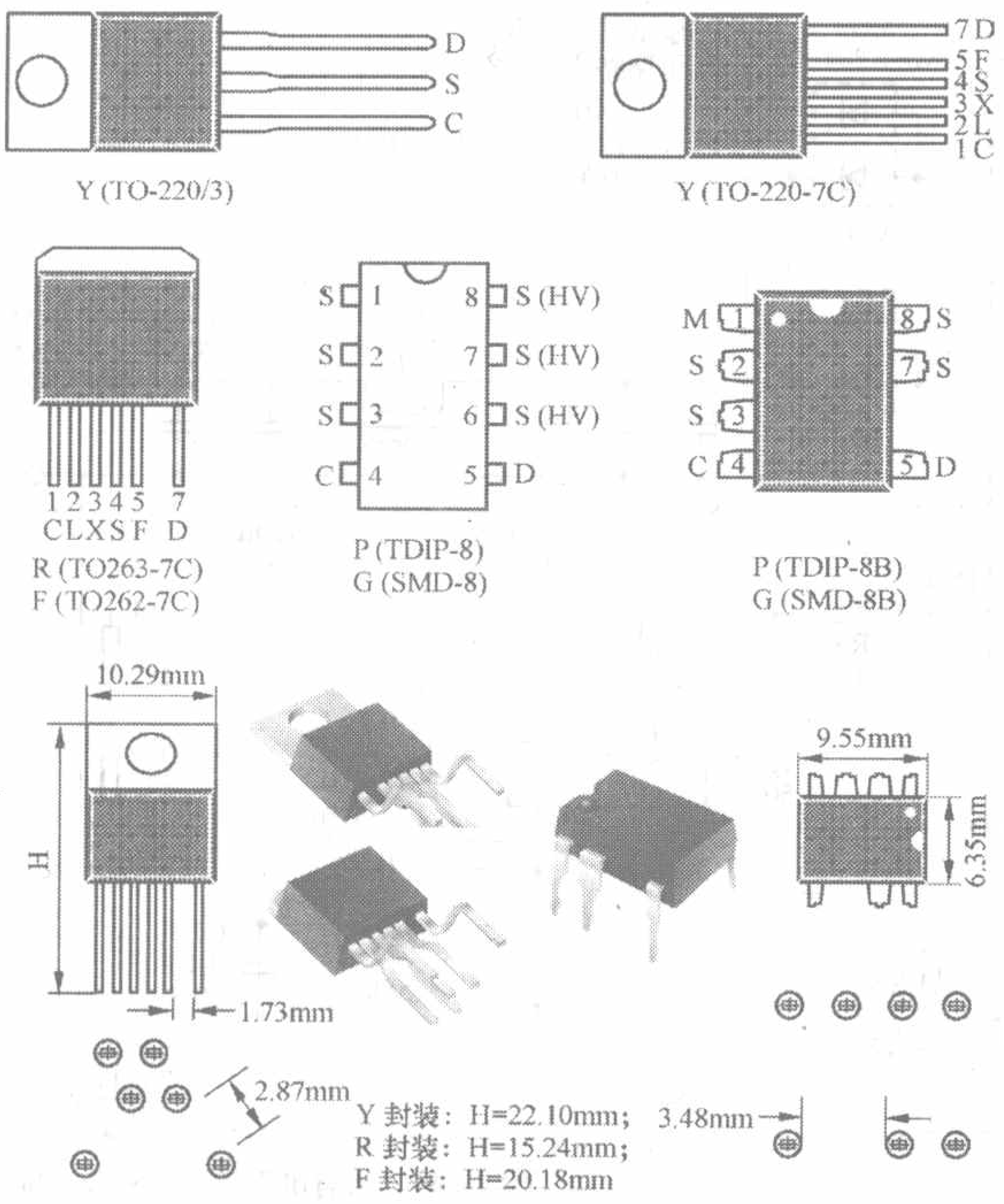


图 21　TOPSwitch 和 TOPSwitch-GX 系列的封装与引脚排列

TOPSwitch 是成本敏感设计的首选，如果追求性能，TOPSwitch-GX 更为适合，两个系列在应用的成熟性上没有什么区别，毕竟 TOPSwitch-GX 也是 2000 年底上市的产品了。

图 22 是一个采用 TOP224P 的 20W 的开关电源。图中，VD5 和 VD1 的是初级线圈的吸收电路，VD5 是 SRD（瞬态电压抑制二极管）器件，击穿电压是 200V，VD1 是快恢复二极管。输出电压的最终稳压值由 R1、VD6 和 IC2 内的 LED 的压降共同决定；VD3、C4 和辅助绕组为 IC2 的 C 极提供偏流，C5 是 C 极的旁路电容并和 R3 决定着自动重启的时间间隔，C5 应该尽量接近 IC1 的 C 和 S 极。R2 在轻载、空载条件下通过 VD6 提供一个很小的负载电流以提高负载调整率。要提高稳压精度可以使用精密电压源（如常用的 TL431 等）代替 VD6。

图 23 是一个采用 TOP249Y 的 70W 的开关电源。图中，L 端子的 R11 设定直流母线（高压）的欠压 / 过压保护点，还能为 IC1 内部电路提供电压前馈，减少开关频率的异常波动，提高电路抗干扰的能力。C1 两端的直流电压低于 100V 或者高于 450V，IC1 都将停止工作，在系统掉电或者关闭时，欠压关闭功能还能减少 C1 放电期间对输出端的干扰；X 端子连接的 R9、R10 从外部设定 D 端子的最大电流低于其限流电流值，这样在使用高导磁率的磁芯时，如果启动期间和瞬时过载条件下仍然不至于使磁芯饱和，T1 可以使用尺寸相对小一些的磁芯以降低成本和减小电路体积，这对于密闭结构的电源适配器更为适用；同时，这种设定也限制了当母线电压（310V 高压）比较高（尚未过压）时的最大负载功率，从而降低对输出端保护电路的要求，达到简化电路的目的。C11 是突波吸收电容，能够有效降低对 VR1 的耗散功率要求。次级稳压电路使用了 TL431 以提高稳压精度，R8 能够平抑重载条件下的尖峰电压以保证偏流的稳定。为了减小漏感，变压器 T 的初次级绕组间设置了屏蔽层并与直流母线连接。

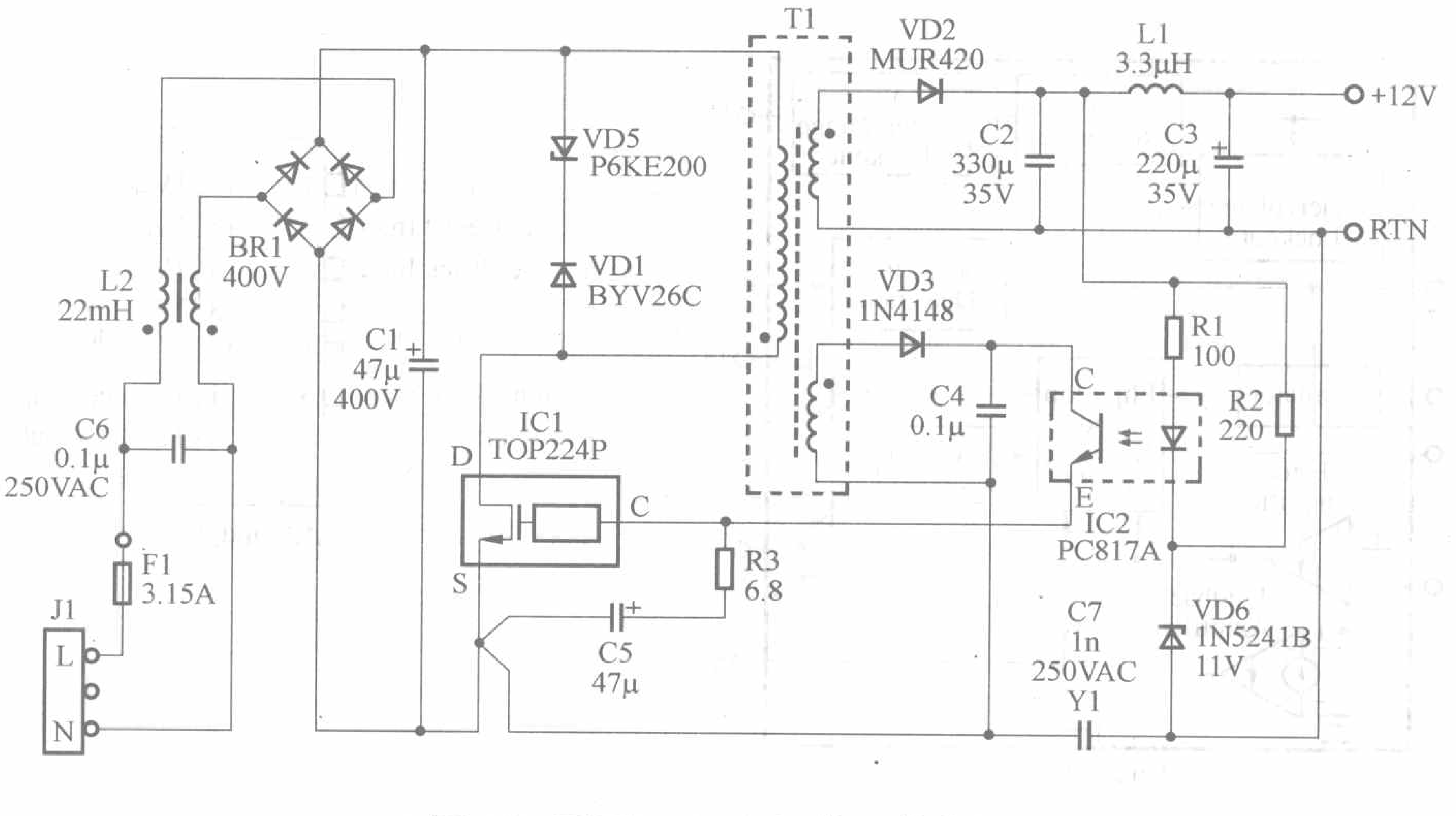


图 22　采用 TOP224P 的开关电源

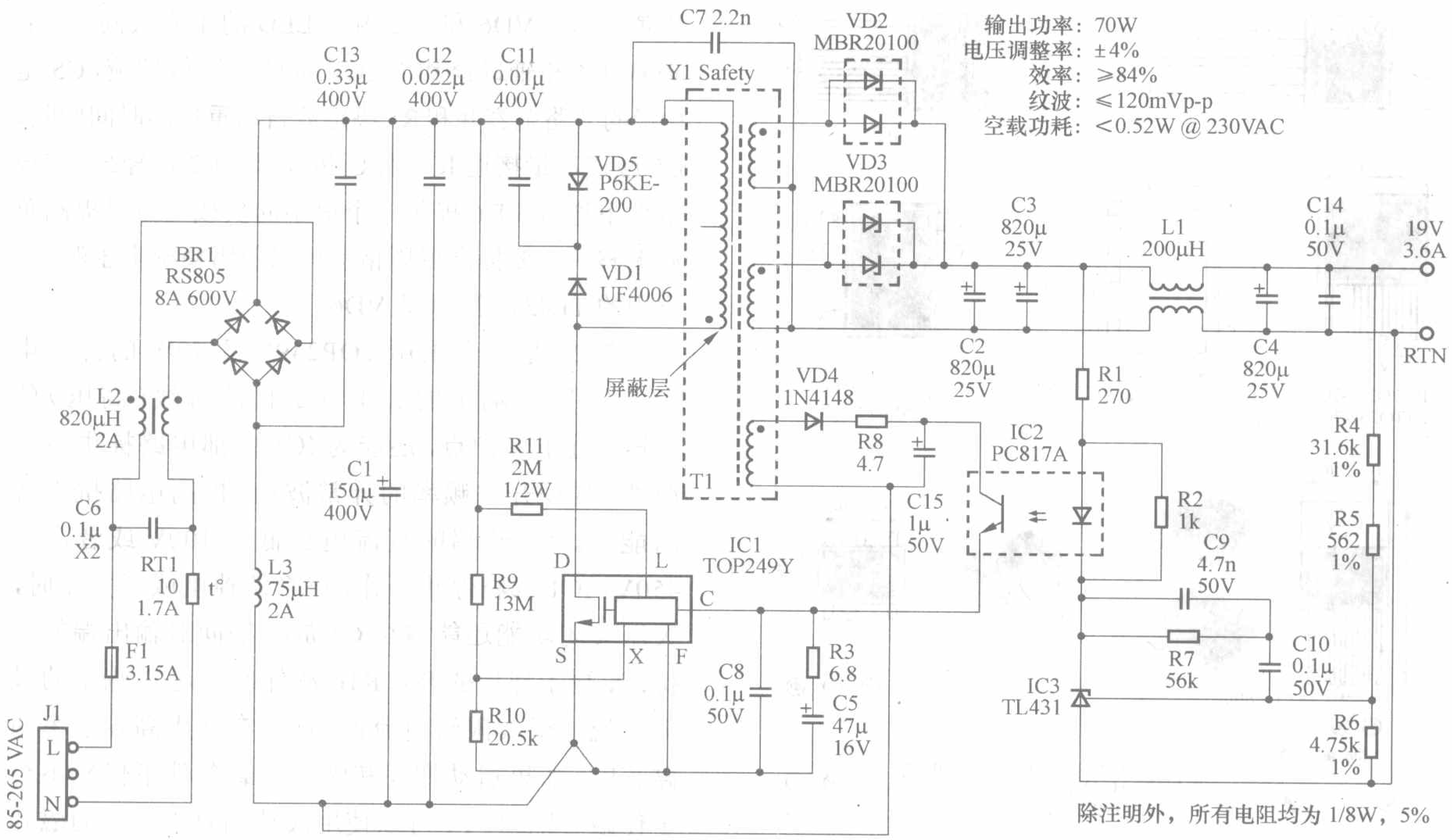


图 23　采用 TOP249Y 的开关电源

五、同辈英雄：其他相对常用电源集成电路

这一部分所列型号的性能比较，单端的以 UC3842 为基准，双端的以 TL494 为基准。

1. MC44602

MC44602 是固定频率电流模式 PWM 单端控制器，其性能特点是：输出级有独立的扇出 / 扇入端子，可以提高功率开关管的开关速度；输出级和控制电路有各自独立的供电和接地端子，能有效提高抗干扰的能力；设置了独立的过载 / 短路保护端子和外同步输入端子；集成了电压反馈自动补偿功能，IC 电源和基准电压都具备欠压滞后锁定功能；输出电压控制采用原边控制方式，IC 自身有过热 / 过压保护功能，对整个电路则具备过载 / 短路保护功能。

MC44602 的开关频率最高为 500kHz，推荐的工作频率为 192kHz，驱动输出脉冲峰值 1.0V～7.0V（典型值），占空比范围 0%～48%，死区时间 50%～70% 可调，逐周期限流控制，适合驱动双极性功率开关管。MC44602 原本是 Motorola 于 1999 年前后推向市场的产品，现在 ON 也有同样型号的兼容产品。图 24 是 MC44602 的内部电路框图和引脚排列，引脚功能参见表 14。

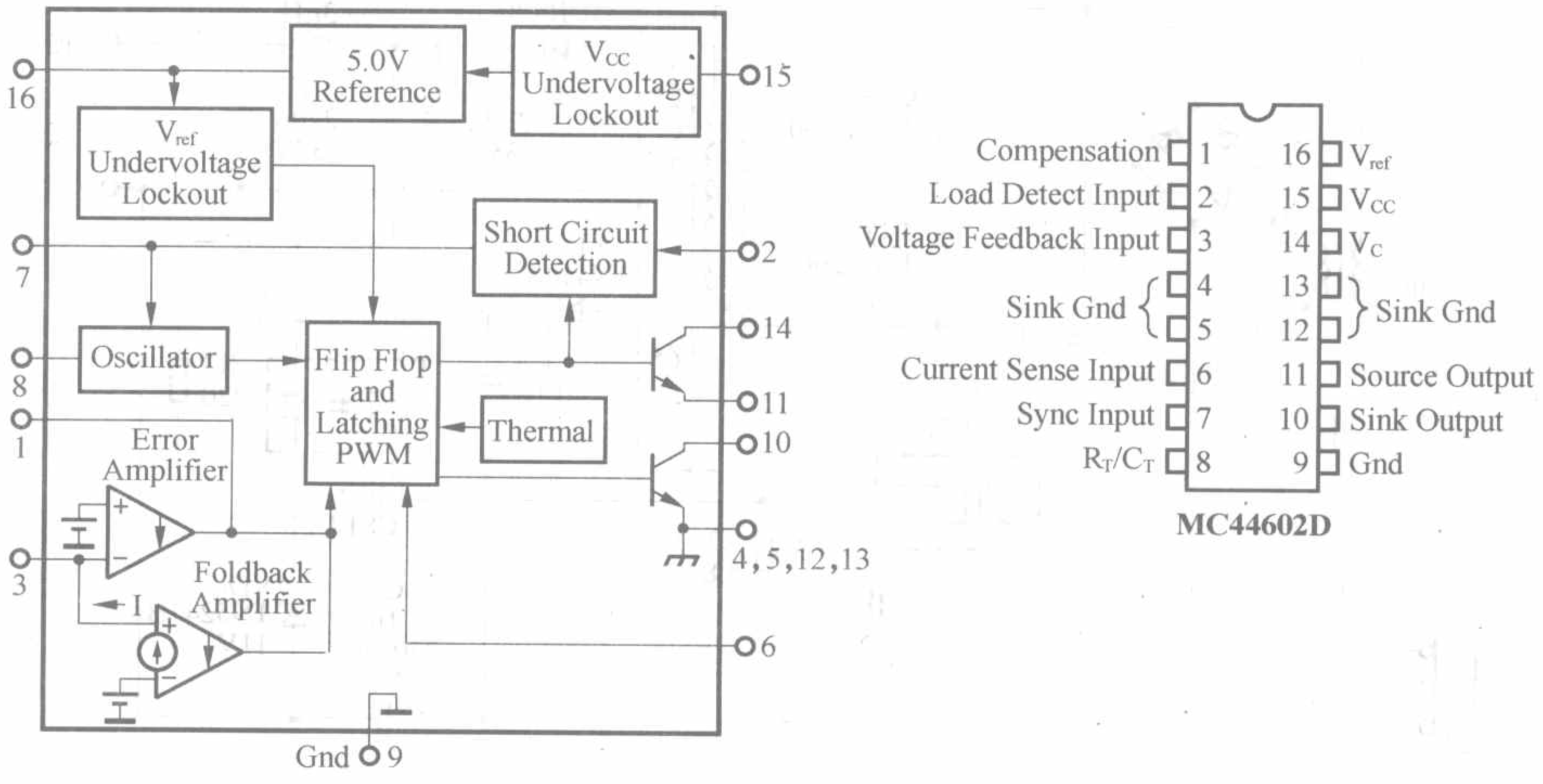


图 24　MC44602 的内部电路框图和引脚排列

表 14 MC44602 的引脚名称与说明

引脚号	引脚功能	引脚功能说明
1	Compensation	误差放大器输出端，连接闭环补偿电路
2	Load Detect Input	负载检测输入，完成过载/短路保护
3	Voltage Feedback Input	误差放大器反相和反馈放大器正相输入端，通常与一个电阻分压网络完成稳压功能
4, 5, 12, 13	Sink Ground	功率地，与功率开关管的射级接地端连接而与 9 脚分别接地，同时可以采用大面积的敷地以减少开关变压器对控制电路的影响
6	Current Sense Input	电流检测输入端，PWM 控制电路根据此信号来控制功率开关管
7	Sync Input	外部脉冲信号同步输入，同步脉冲幅度 3.2V～5.5V 以内，无论频率几何，IC 将与此同步

续表 14

引脚号	引脚功能	引脚功能说明
8	RT/CT	定时电容/电阻连接端子，与 UC3842 不同，不同的 RT/CT 值还同时决定了最大占空比
9	Ground	控制电路接地端，与 4、5、12、13 分别接地
10	Sink Output	扇入端，基极电流吸纳端，最大峰值吸纳电流 1.5A，有利于开关管迅速关断
11	Source Output	扇出端，基极电流驱动端，最大驱动峰值电流 1A，有利于开关管迅速开启
14	V_C	驱动级电源端，有利于脉冲信号对控制电路的干扰
15	V_{CC}	（IC 其他电路）电源端，电源电压范围 11V～18V
16	V_{ref}	5V 基准电源输出，为 CT 提供充电电流和为其他控制电路提供偏置电流，电压精度 6%

图 25 是一个采用 MC44602 的反激式开关电源，交流电压输入范围是 85V～265V，最大输出连续功率 60W，电压调整率分别是 ±0.1%（20V@0.5A）、±0.6%（85V@0.5A）、±0.5%（6.8V@0.8A）；负载调整率分别是：±1.0%（20V@0.1A～0.5A）、±0.6%（85V@0.1A～0.5A）、±1.5%（6.8V@0.1A～0.8A）；满功率输出的典型效率是 81%；空载总消耗功率是 2W。

图 25 中，唯一的可调元件是 10kΩ 的可调电阻用来微调输出电压，绕组 N2 除了作为正常工作的 IC 供电电源外，还是电压反馈绕组和负载检测绕组。前

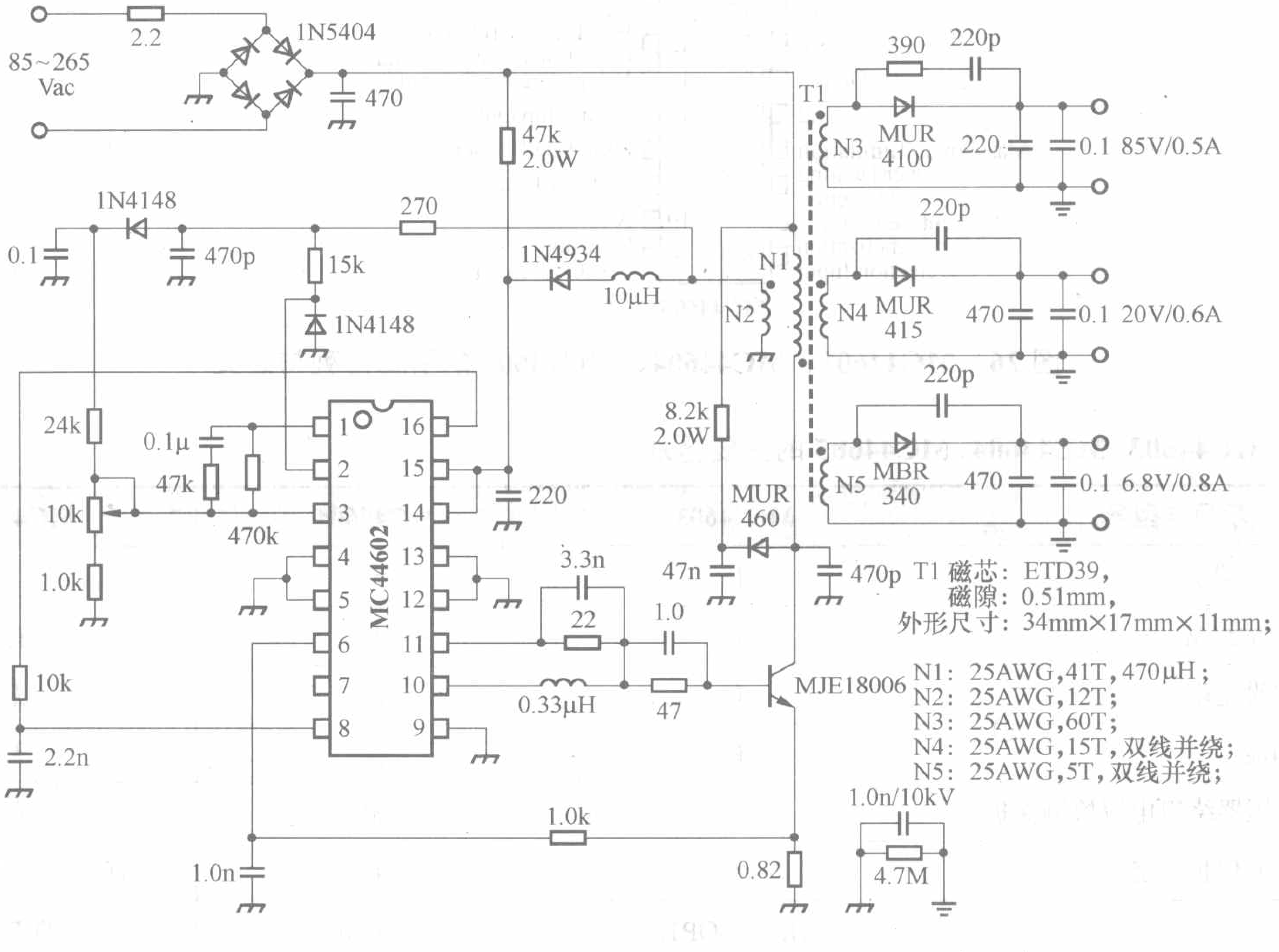


图 25 采用 MC44602 的 60W 宽范围输入的开关电源

者稳定输出电压，这种稳压控制方式也常常被称为原边控制方式；后者通过 IC 的 2 脚完成输出端的过载 / 短路保护，这种方式无需从次级输出获得检测信号，比较适合多输出的情况，同时可以省略一个与次级隔离的光耦，缺点是有时候不能真实的反应负载情况，电路动作有一定的延时，当 IC 本身出现故障时会发生误动作。为了提高电路抗干扰的能力，IC 的 14 和 15 脚最好分别连接一个退耦电容后再与电源连接。

2. MC44603、MC44604、MC44605

MC44603、MC44604、MC44605 属于 Motorola 公司推出的 GreenLine™ 系列 PWM 控制器，三者的引脚数量相同，基本技术特性相同，虽然部分引脚功能不兼容，但只是部分细节功能稍有不同，能够使用同一电路布局而无需重新设计。GreenLine™ 是一种主要包含在轻载 / 空载条件下自动降低电路开关频率以降低低电路功耗的技术。

三者的主要特点有：都是电流模式的单端 PWM 控制器；图腾柱输出级，适合驱动 VMOS，也适合 150W 以下的开关电源中驱动双极型晶体管；输出电压控制可以采用原边或副边控制；适应宽电源输入范围；输出级与其他控制电路有各自独立的供电端子；降频工作模式下的开关频率通过外部阻容元件设定。其他共同点还有：精确的振荡频率控制和最大占空比控制；最大占空比 80%；集成的反馈补偿，逐周期限流控制，滞后型欠压锁定，软启动功能等。三者的主要区别是保护功能有所不同，具体如表 15 所示。

图 26 显示了三者的引脚排列与引脚定义。

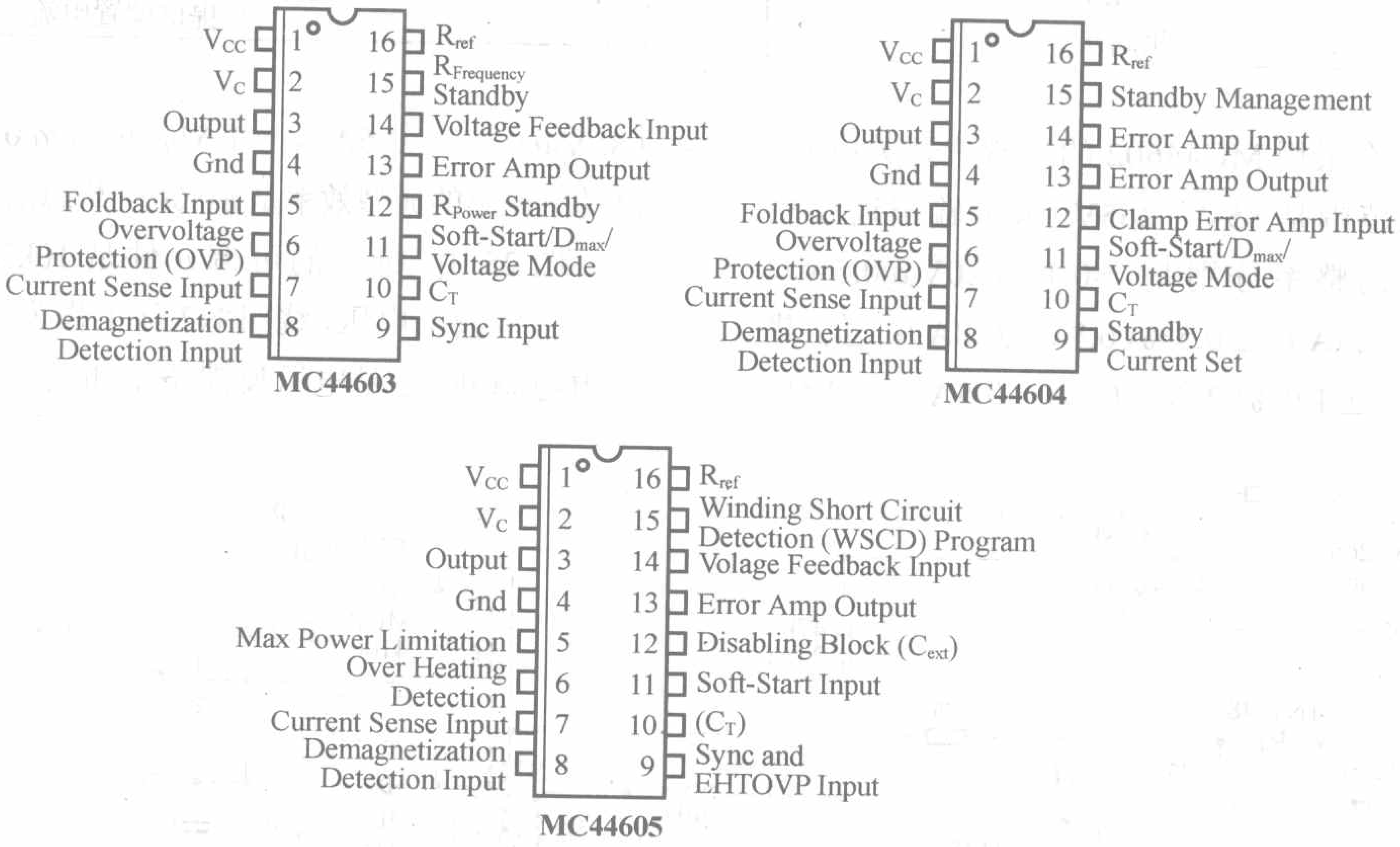


图 26　MC44603、MC44604、MC44605 的引脚排列与定义

表 15　MC44603、MC44604、MC44605 的主要区别

项目与型号	MC44603	MC44604	MC44605
外部频率同步端子	有	无	有，多功能端子
VMOS 温度估测端子	无	无	有
最大占空比设定端子	有	有	无
电压模式功能	有	有	无
WSCD（变压器绕组电流检测保护）	无	无	有
EHT（高压）保护功能	无	无	有，通过 9 脚实现
封装形式	DIP16/SOP16	DIP16	DIP16

MC44603、MC44604、MC44605 都是 Motorola 于 1999 年前后推向市场的产品，ON 有同样型号的兼容产品并且提供无铅封装（型号最后加字母后缀“G”）。

图 27 是一个采用 MC44603 的用于电视的开关电源，采用原边控制方式，R7 是启动电阻，5 脚是 IC 电源过压保护端子，超过 1V 时电路将会停止工作，同时也配合内部电路完成软启动和限流方式的过载保护；6 脚是专门的过压保护端子，解除保护需要电路断电重启动，这里未用；8 脚是辅助绕组去磁检测端子，在反激式拓扑中，通过检测该绕组饱和的情况以确保电路工作于不连续电流状态，要屏蔽该功能只需要将 8 脚接地；11 脚是多功能端子，外接一个电阻或者电容，也可以连接一个电压源来实现软启动和设定最大占空比，也可以将电路设定为电压工作模式，将 11 脚接地可以关闭 IC；13 脚是内部误差放大器的输出端，外接阻容元件进行环路补偿；14 脚是误差放大器的输入端，通过一个电压信号实现电路稳压和电压微调，如图中的 R5；10 脚外接定时电容，决定 IC 正常工作状态的开关频率，而 15 脚是频率选择端，外接一个电阻来设定轻载 / 空载条件下的频率（降频频率）；16 脚外接电阻用来设定 10 脚电容的充电电流，范围是 100μA ～ 500μA。

图 28 是一个采用 MC44605 的彩色监视器电源，副边控制方式，与图 27 相比较，主要是 5 脚和 15 脚的连接方式不同，MC44605 的 15 脚通过一个 1.8MΩ 的电阻与 V_{IN}（母线电压）连接以检测同样与 V_{IN} 连接的开关变压器的初级绕组的电流，通过内部的比较器控制 IC 的 3 脚的输出，使与外部功率管连接的初级绕组不过载；MC44605 的 5 脚变为专门的过载保护端子，外接电阻限定电路的最大输入功率，电容用来平滑过载保护动作，即过载保护的和过载解除后的适当延时，保护模式是限流模式。

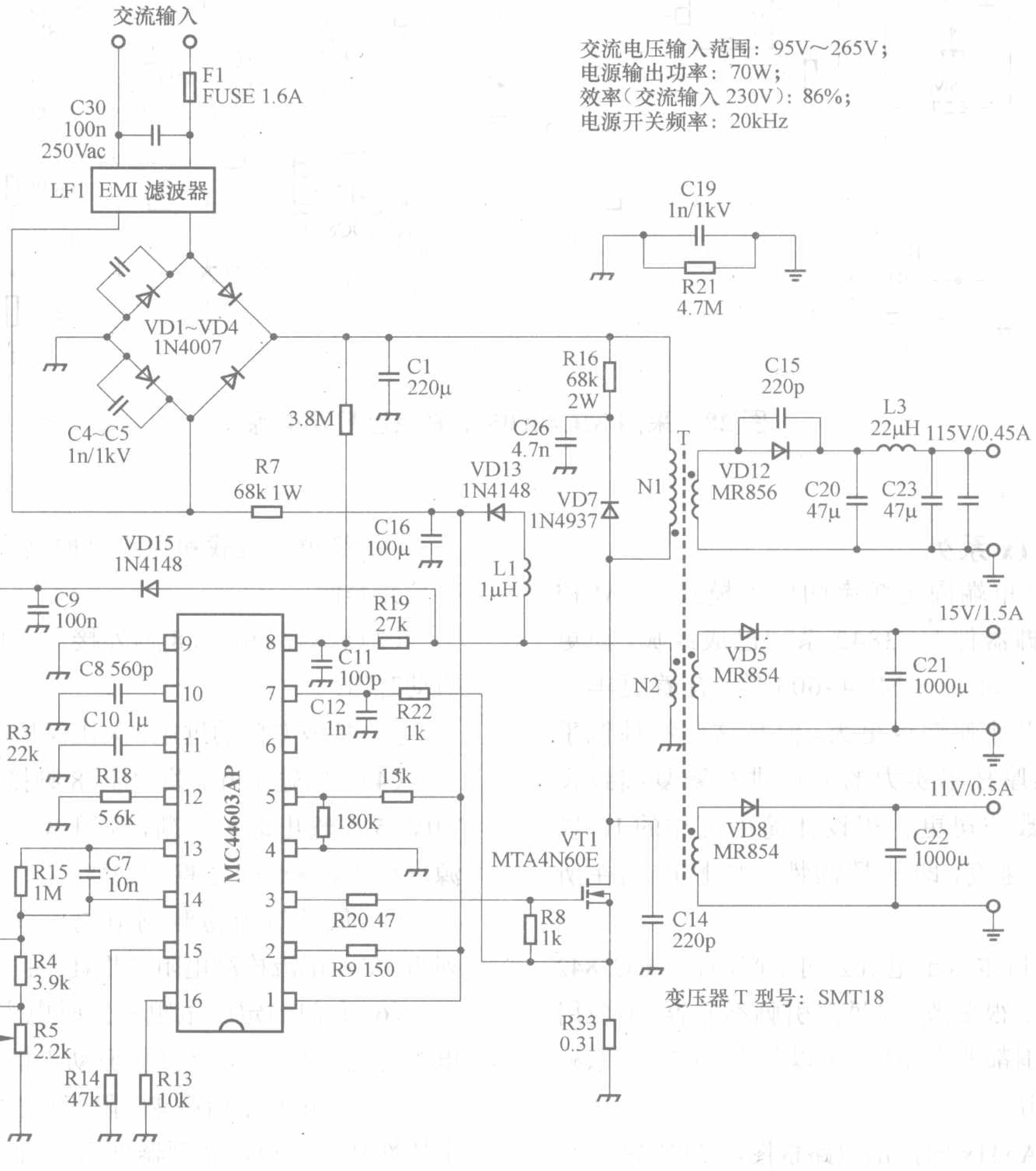


图 27 采用 MC44603 的用于电视机电源

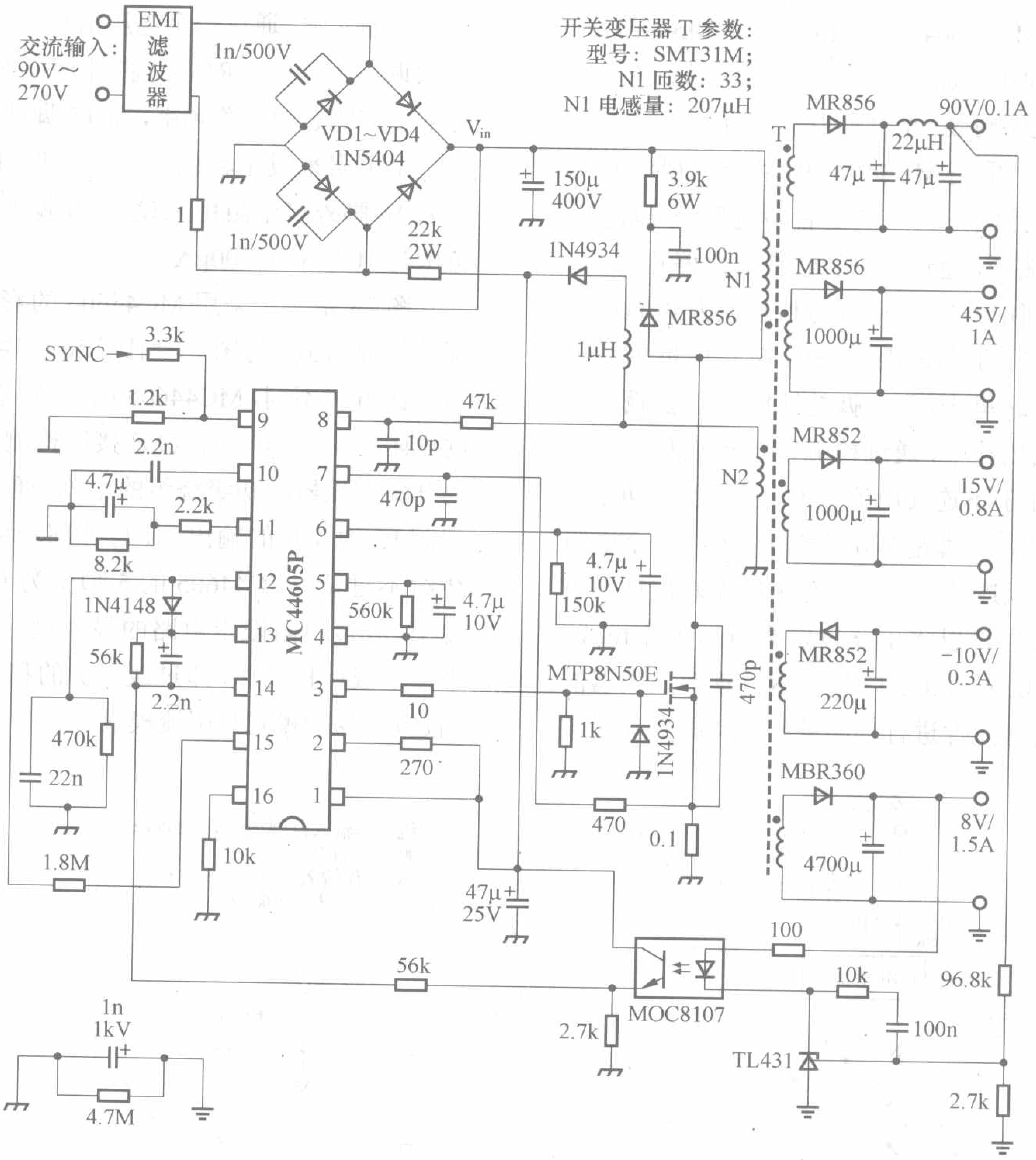


图28　采用MC44605的彩色监视器电源

3. FA531x 系列

FA531x是单端固定频率的电流模式PWM控制器，虽然8脚器件UC3842系列已成经典，而更多端子的器件，如上述MC44603等，有着更丰富的控制功能，设计弹性也更大，但是这些特性似乎只是为具备雄厚技术实力的公司进行繁复细致设计用的，大多数公司更希望设计简单可靠的IC以提高产品上市速度，即使是牺牲一些性能也在所不惜。

FA531x由日本富士电机公司生产，针对UC3842系列的不足作了很多改进，虽然引脚不兼容，但应用电路和应用范围都非常相似，可以作为UC3842系列的升级器件使用。

图29是FA531x的内部电路框图，与UC3842系列相比，FA531x的改进主要有：

(1)简单的过载和短路保护电路，不需要额外的外接元器件。

(2)软启动端子，8脚外接一个电容用以控制软启动时间；

(3)集成专门的过压/欠压保护电路；

(4)5脚输出开/关功能，8脚接地或者电平超过7.0V，5脚输出即被关断，利用这一特性可以设置电源母线或者输出过压保护功能；

(5)低其过流检测阈值电压(0.24V，UC3842系列为1V)，电流检测电阻的损耗小；

(6)专门的定时电阻和定时电容连接端子，基准电源内置，可以直接从2脚驱动光耦；

(7)逐脉冲限流控制，限流保护更迅速精确，这个特性被现在很多新型器件沿用，而UC3842为逐周期限流控制。

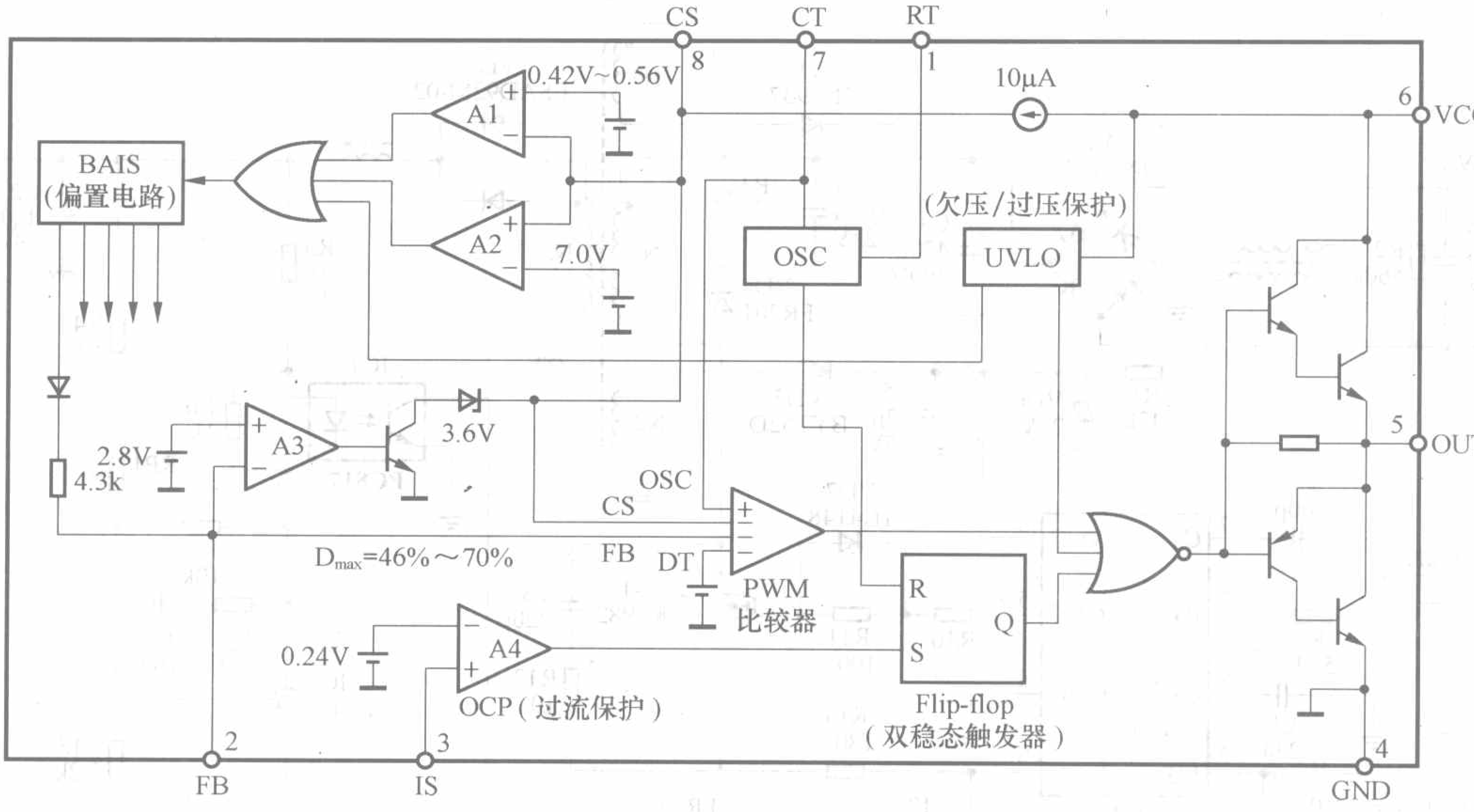


图 29　FA531x 的内部电路框图

FA531x 同样采用图腾柱输出级，驱动电流 1.0A～1.5A，工作温度范围是 -30℃～85℃。实际应用中，FA5310（正激式拓扑比较适用）和 FA5311（反激式拓扑比较适用）的应用更为广泛，原因大概是二者的最大驱动电流为 1.5A，同时过流检测信号的极性是正极性。表 16 列出了 FA531x 系列的主要型号与规格，表中型号字母后缀含义是：B—改进型号，P—DIP8 封装，S—SOP8 封装。

表 16　FA531x 系列的规格与区别（T_a=25℃，V_{CC}=18V，典型值，范围和特别说明除外）

型　号	适用电路拓扑	最大占空比	驱动电流	UVLO 阈值		V_{CC} 范围（V）	R_T 范围（kΩ）	过流检测信号极性	过流检测阈值电压
				开启	关闭				
FA5310BP/S	正激式	46%	1.5A	16.0V	8.70V	10 ～ 30	3.3 ～ 10	+	+0.24V
FA5311BP/S	反激式	70%	1.5A	16.0V	8.70V	10 ～ 30	3.3 ～ 10	+	+0.24V
FA5314P/S	正激式	46%	1.5A	15.0V	8.40V	10 ～ 30	1 ～ 10	—	— 0.17V
FA5315P/S	反激式	70%	1.5A	15.0V	8.40V	10 ～ 30	1 ～ 10	—	— 0.17V
FA5316 P/S	正激式	46%	1.0A	15.0V	8.40V	10 ～ 30	1 ～ 10	+	+0.24V
FA5317 P/S	反激式	70%	1.0A	15.0V	8.40V	10 ～ 30	1 ～ 10	+	+0.24V

图 30 是 FA5310B 的典型应用电路原理图。R5 为启动电阻，注意它的接法是直接接入市电交流输入的一个端子，这样可以避免因为 C5 放电时间短而主滤波电容 C4 放电时间长引起的电路振荡现象；R5 和 C5 共同决定启动时间，与软启动时间不同，这是从上电到 6 脚电压上升到欠压锁定阈值电压的时间，之后的时间才是软启动时间；VD6 是启动期间的电压钳位二极管。FA5310B 的 8 脚连接的电容 C9 决定了软启动的时间，计算公式是：t_s（ms）=160$C9$（μF），同时 C9 还决定了短路保护关断的延时时间，计算公式是：t_{OL}（ms）=340$C9$（μF）；1 脚和 7 脚的电阻、电容决定了电路的开关频率，计算公式是：f_{osc}（kHz）=25000/[$C6$（pF）×$R9$（kΩ）]；N1 是初级主绕组，N2 是辅助电源绕组，N4 是去磁绕组，在正激式拓扑中可以避免在磁芯中使用气隙从而提高磁芯的使用效率，N3 是次级输出绕组，L2 是储能电感兼有滤波作用，在正激式拓扑中，L2 不可省略。

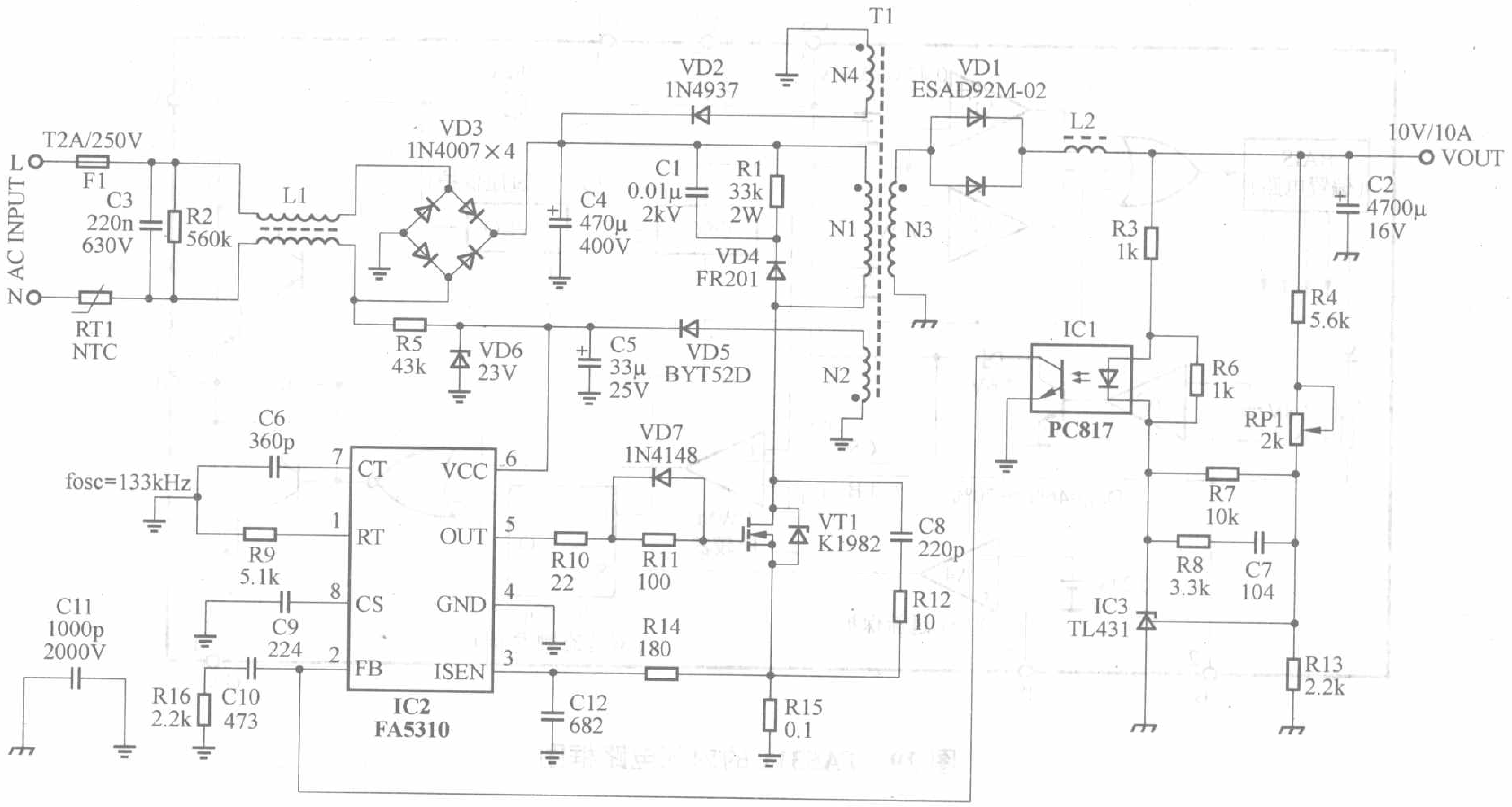


图 30　FA531x 的内部电路框图

4. MC44608

MC44608 是电压模式的单端 PWM 控制器，内部集成了高压启动电路，因此无需启动电阻；振荡频率内部固定，无需外部阻容元件设定开关频率，开关频率由型号分档：MC44608P45、MC44608P75、MC44608P100 分别代表振荡频率 45kHz、75kHz、100kHz，P 代表 DIP 封装。MC44608 原本由 Motorola 公司生产，现在 ON 也有同型号的兼容产品并且提供无铅封装（型号加字母后缀“G”，如 MC44608P75G）。

MC44608 大大精简了单端电路的外围电路，保护电路也相当完善，同时还设置了磁饱和过零检测端子，与前面介绍的MC44603等同属 GreenLine™ 系列，并且用于电视、监视器电源的典型应用电路的待机功耗小于 1W，符合最新的待机功耗规范，国内 TCL 等厂家在 25 英寸和 29 英寸等系列的电视机上都有应用。

图 31 是 MC44608 的内部电路框图，它的电源电压范围（VCC）是 6.6V～13V，母线电压（V_i）保护阈值为 500V，推荐的范围是 400V 以下，最大占空比典型值为 82%，电流检测阈值（3 脚）是 1.0V，工作温度范围 −25℃～85℃。虽然 MC44608 采用的是 DIP8 封装，但是其 7 脚是空脚，这样可以增加 6 脚 V_{CC}（低压）和 8 脚 V_i（高压）之间的间距以提高安全性。

MC44608 比较适合驱动 VMOS 功率开关管，图 32 是一个采用 MC44608 的电路实例，它可以作为电视或者监视器的电源，图中省略了待机控制电路。N1 是初级主绕组，N2 是辅助供电绕组，也是去磁检测绕组，通过内部的比较器比较 6 脚电压与内部基准电压源电压的差值是否在 20mV~50mV 之间并自动调节脉冲宽度，如果高于 50mV 电路将最终关断，如果低于 20mV 电路进入待机模式；作为过压保护功能的一部分，如果 6 脚的电压高于 16V 或者输入 1 脚的电流高于 120µA，MC44608 都将迅速关断，如果要获得更高的安全性，1 脚也可以通过光耦等隔离电路直接与次级输出连接。过流保护通过输入 2 脚的电流检测信号完成，过载保护通过 6 脚实现，负载过重也将使 6 脚的电压降低并最终低于最低工作电压而使整个电路停止工作或者进入“打嗝”保护状态，需要说明的是这种保护方式不太可靠。调整 R10 可以微调输出电压，DZ3 在电路启动和故障期间，如果 112V 没有输出，起临时稳压作用以保证电路在任何状况下不至于失控。

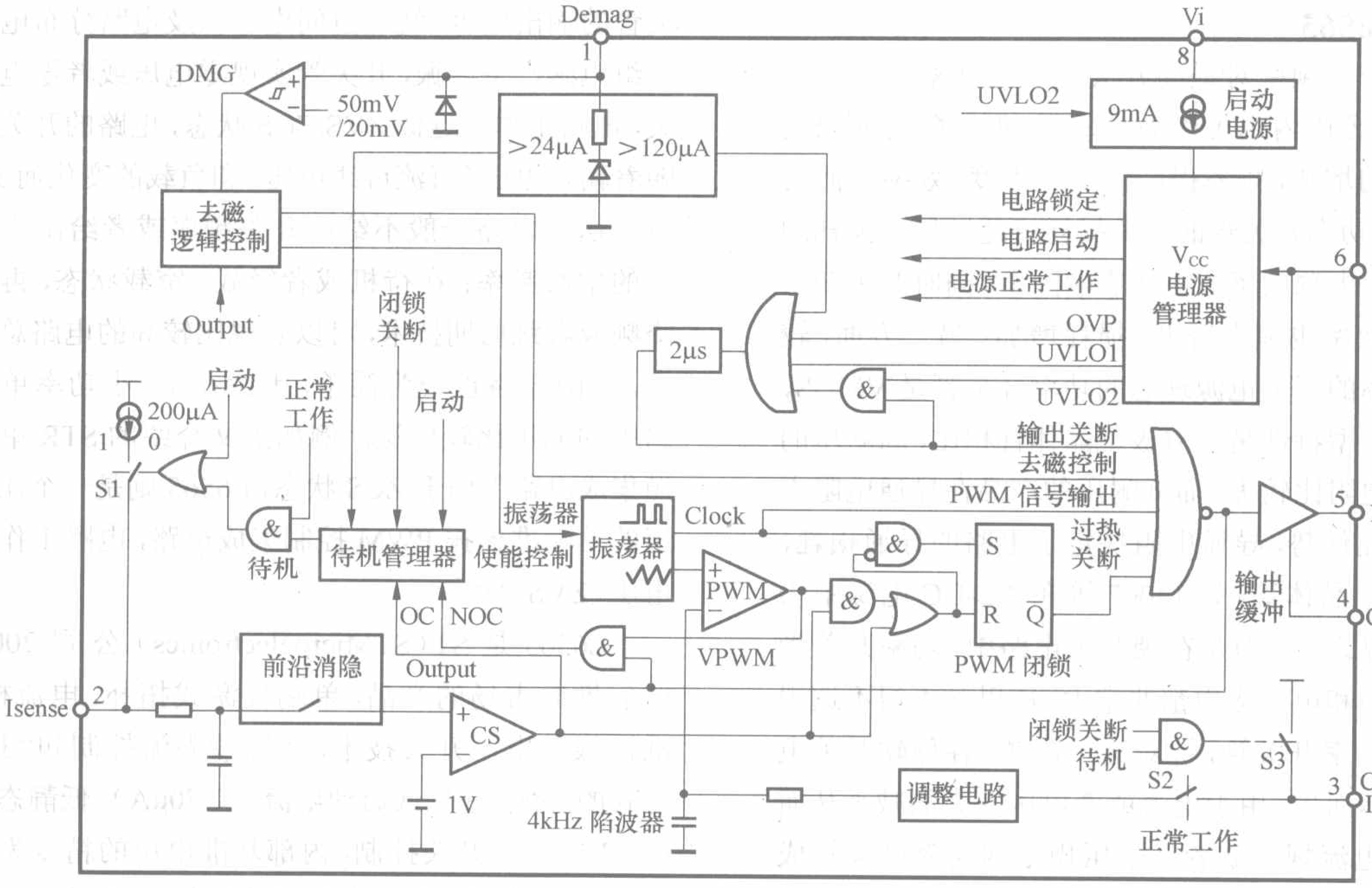


图 31　MC44608 的内部电路框图

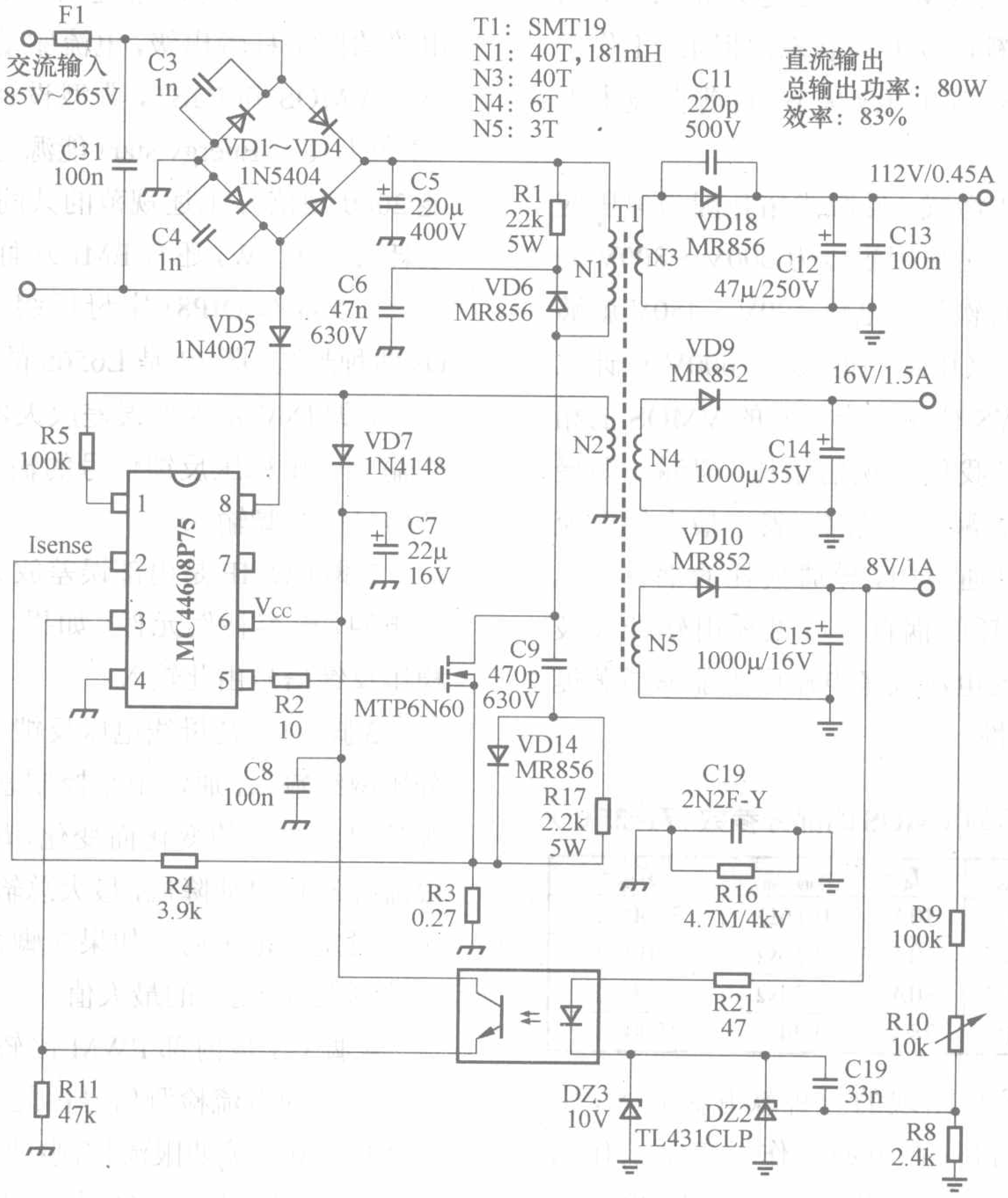


图 32　采用 MC44608 的电路实例

5. L6565

提高开关频率对提高开关电源的功率密度非常有效，一定范围内也可以提高效率，但是随之而来是EMI问题的增加，频率提高到一定程度，效率反而会下降，因为功率开关管的开关损耗将超过导通损耗的影响而成为电源效率的主要影响因素，同时开关变压器的传输效率也随之降低，损耗增加；另一方面，较高开关频率的开关电源理想的功率开关管是VMOS，它的一个典型特性是与双极型晶体管相比，高耐压的产品导通电阻比较大，而低耐压的产品在导通电阻方面才有明显优势，导通电阻决定了电路的导通损耗，所以双极型晶体管，如13007等在AC-DC电源中仍然占有一席之地；但是在硬开关电路中，功率开关管的电流应力和电压应力都非常大，所以又不得不选用高耐压的功率开关管，针对这一问题，各种软开关电路技术应运而生，由于电流或者电压应力的减小从而使采用小电流规格或者低耐压规格的功率开关管成为可能，前者能够显著减小开关损耗，后者能够减小导通损耗，尤其是采用VMOS时更是如此；理想的状态是电源工作于纯粹的软开关状态，即同时工作于ZCS（零电流）和ZVS（零电压）状态，目前在技术上还只能部分实现。

举例来说，单端正激式/反激式拓扑因为电压应力比较高，通常的设计是采用耐压为600V～800V的功率开关管，而理想的软开关电路400V～450V就够用了，目前的状态是，采用适当的技术，600V设计比较常见。表17是IXYS公司几个型号的VMOS的相关参数的对比，V_{dss}是我们常说的耐压，即漏－源最大反向电压；I_d是最大漏－源电流，表示最大的电流通过能力；$R_{ds(on)}$是导通电阻，导通损耗的祸首；C_{iss}是输入电容，开关损耗的祸首。可见采用软开关技术，降低功率开关管的电流或者电压应力能够显著提高电源的效率和可靠性。

表17　IXYS公司的VMOS的部分参数（T_A=25℃）

型　　号	V_{dss}	I_d	$R_{ds(on)}$	C_{iss}
IXFH30N40Q	400V	30A	0.16Ω	3300 pF
IXFH30N50	500V	30A	0.16Ω	5200 pF
IXFH30N60Q	600V	30A	0.23Ω	4700 pF
IXFR34N80	800V	28A	0.24Ω	7500 pF

准谐振技术是较早出现的一种软开关技术，主要用于单端反激式拓扑，在电源工作于正常工作状态时，开关变压器初级主绕组工作在不连续电流（DCM）模式，在绕组电流逐渐减小到零的过程中，开关管的输出电容、绕组匝间电容以及电路分布电容与绕组电感产生谐振，开关管实现零电压或者零电流开关，电路工作于近似ZVS/ZCS状态，电路的开关频率随着输入电压（直流母线电压）和负载的变化而变化，所以这类电路一般不给出开关频率或者给出一个典型的中心频率；在待机或者轻载/空载状态，再配合降频或者跳周期技术，可以实现比较高的电路总体效率，外围电路也较为简单，因此在中、小功率单端电路中的应用比较广泛。例如上文介绍的STR单片电源集成电路工作于ZCS状态，L6565则是一个比较常用的单端准谐振PWM控制集成电路，电路工作于零电压（ZVS）状态。

L6565是ST（STMicroelectronics）公司2000年前后推向市场的产品，单端反激式拓扑，电流模式，准谐振零电压开关技术，逐脉冲限流控制和“打嗝”方式的过流保护，低启动电流（≤70μA）、低静态电流（≤3.5mA），开关控制，内部基准电压的精度为1%，电流过零检测端子，功率开关管最小关断时间控制（相当于“跳周期”），带过压/欠压保护状态下的下拉电路的图腾柱输出级，电流驱动能力±400mA，适合驱动VMOS和IGBT，典型设计电路符合Blue angel（蓝色天使），Energy star（能源之星），Energy 2000（节能2000规范），上述规范的共同要求是电路的总待机功耗要小于1W，还有EMI方面的一些严格要求。

L6565有DIP8（字母后缀N）和SO8（字母后缀D）两种封装，图33是L6565的内部电路框图。

1脚INV是内部误差放大器反相输入端，一般用作输出电压稳压反馈信号的输入端；如果接地，则反馈信号由2脚输入。

2脚COMP是内部误差放大器的输出端，一般外接电阻、电容补偿元件；如果1脚接地，则输出电压稳压反馈信号由此输入。

3脚VFF是母线电压反馈端，母线电压通过电阻分压网络输入，通常用来控制逐脉冲限流控制点自动跟随母线电压的变化而变化，母线电压越高，逐脉冲限流控制点自动降低，最大总输入功率被限定在一个预先设定的范围内。如果3脚直接接地，限流控制点将达到IC所允许的最大值。

4脚CS是内部PWM比较器的正相输入端，初级主绕组的电流检测信号由此输入，通过内部的比较器A1实现主脉冲限流控制；如果输入信号电压超过2V，内部比较器A2将控制驱动电路转入“打嗝”保护或者关断驱动电路的输出。

5 脚 ZCD 是电流过零检测端，开关变压器的去磁信号由此输入以实现准谐振控制，这个信号一般取自辅助供电绕组。电平为 1.6V 的负脉冲是外部功率开关管的开启信号，为了避免因绕组漏磁引起的误触发，一个触发控制电路还要求在负脉冲之前有一个电平为 2.1V 的正脉冲，否则即使有一个 −1.6V 的脉冲也是无效的；同时，触发控制电路还限制外部功率开关管的最小关断时间为 3.5μs 以避免过窄的脉冲，小于这个时间间隔的脉冲被视为无效，ST 称之为“Frequency Foldback”（意为频率监控）模式，准谐振电路的谐振频率会随着主绕组电流的降低而提高，而“频率监控”模式可以避免频率的过度提高，电路在整个输出功率范围内频率的变化被限制在一个可接受的范围内；电路在轻载 / 空载时很多过窄的被忽略不计，这种类似于“跳周期”方式可以提高电路的效率；如果 5 脚接地，IC 的输出将被关断。另外，5 脚还可以作为同步信号输入端使电路的开关频率与系统的其他电路同步，如监视器电源需要与行频同步或者倍频。

7 脚 GD 是 PWM 脉冲输出端。

8 脚 VCC 是 IC 电源输入端，范围是 10.3V～18V，典型值是 12V，超过范围则 IC 进入欠压或过压保护状态。

图 34 是一个 L6565 用于 14 英寸电视的电路实例，总输出功率为 50W，R3 和 R4 是母线电压的分压网络，C3 用来滤除高频干扰，藉由母线电压的反馈作用，在宽范围交流电压输入范围条件下，电源的功率输出能力变化大大减小。查阅前面提到的 TOPSwitch 系列单片电源 IC 的资料，不难发现其最大连续输出功率在不同的交流电压输入范围条件下相差很大，例如，同样是开放式结构，TOP250Y 在 85V～265V 交流输入范围的最大连续输出功率是 210W，而在 230V±15% 范围是 290W。如果是仅仅用于窄交流电压范围，如 230V±15%，可以将 3 脚直接接地以节省 R3、R4 和 C3。

输出电压反馈信号的接法有 3 种，图 34 所示的是其中的一种，图 35 显示了两种电压反馈信号的输入接法。图 35（1）中所示的方法等于摒弃了内部的比较器，稳压的灵敏度有所降低但是抗干扰能力提高了，也有利于提高电源的动态特性。图 35（2）所示的是完全不同的另外一种方法，通过 L6565 的 4 脚利用内部的比较器 A1 和 A2 实现 PWM 调节，这种方法兼有输出过压 / 过载保护功能。

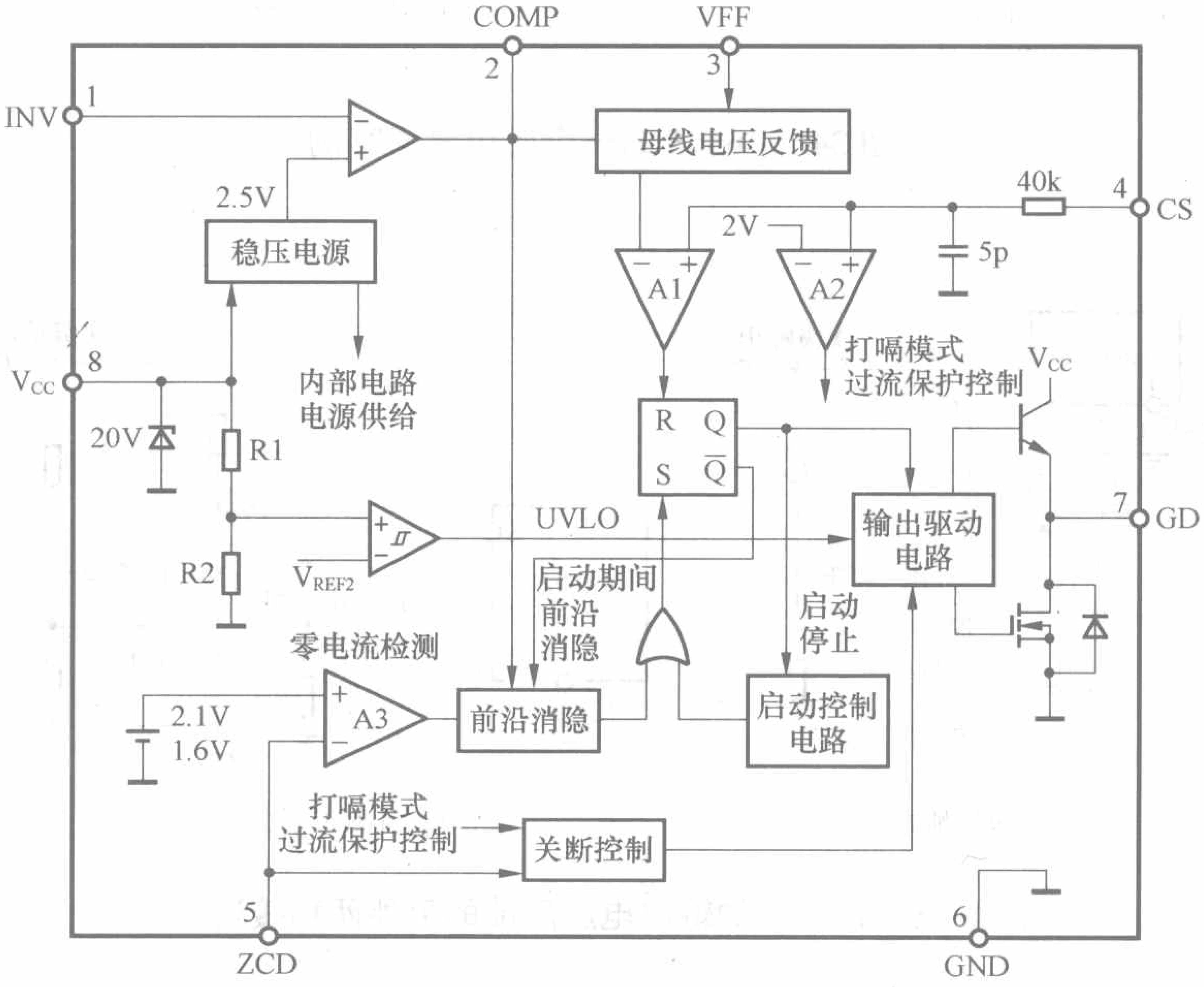


图 33　L6565 的内部电路框图

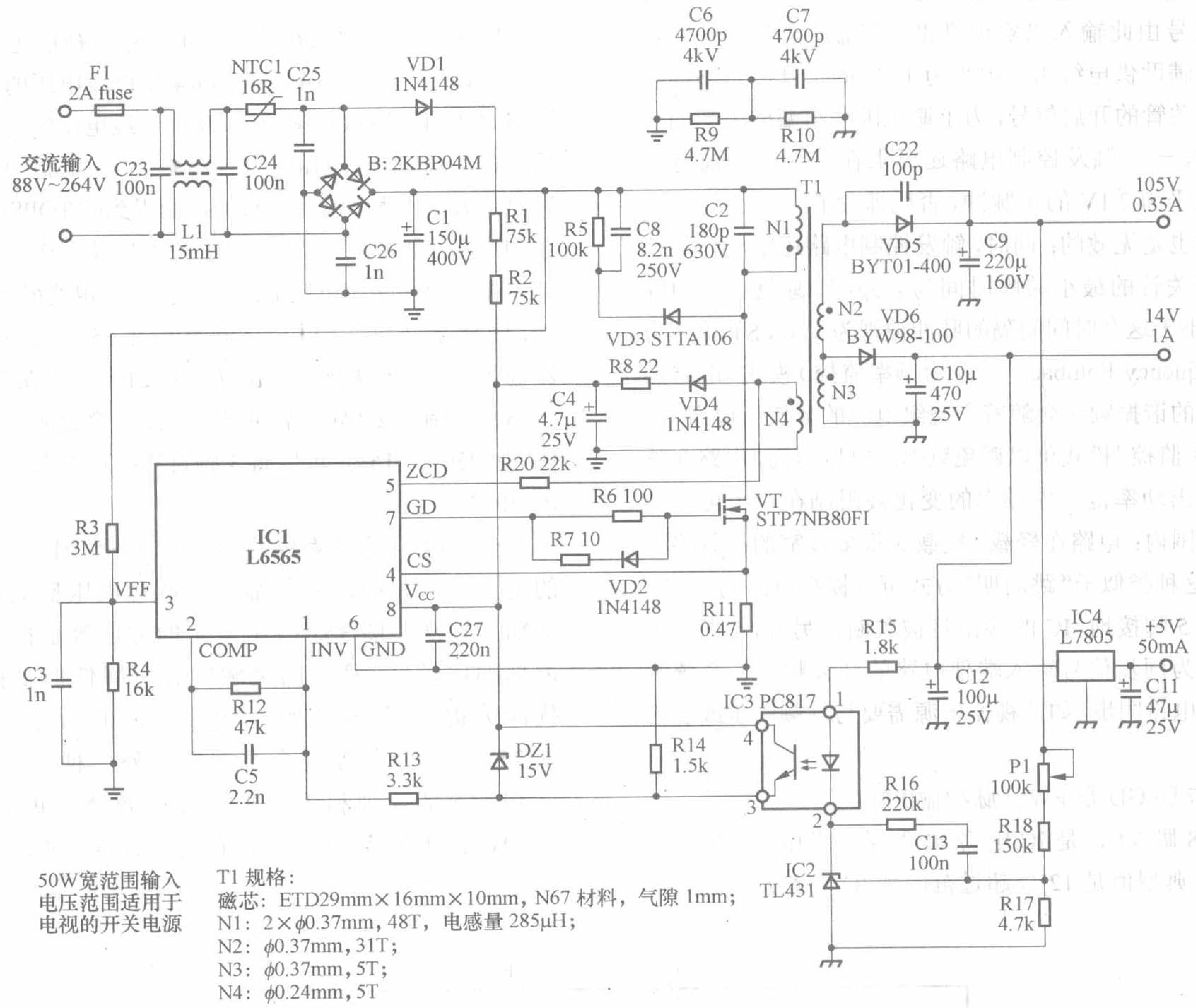
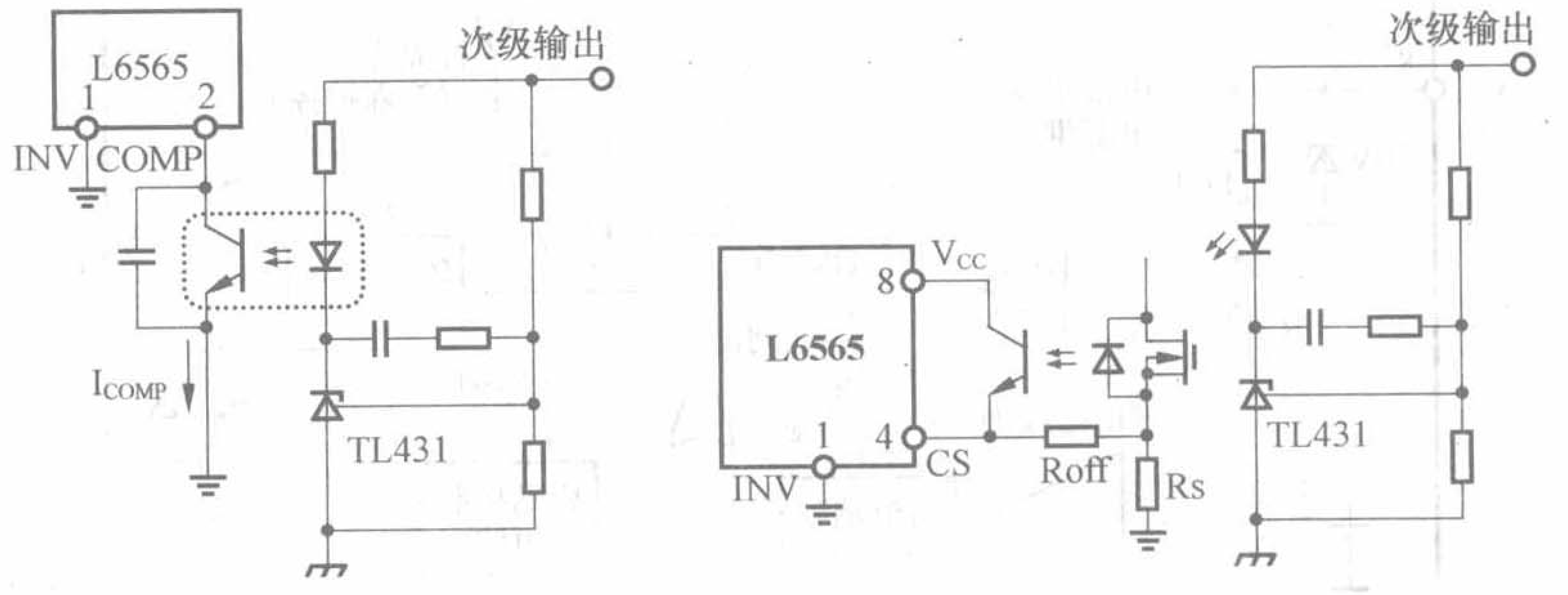


图 34　L6565 的一个应用电路实例



(1) 1 脚接地方式　　(2) 4 脚控制方式

图 35　L6565 的输出电压反馈的另外两种接法

L6565 既可以采用副边控制方法，如图 34 所示，也可以采用原边控制方法，如图 35 所示，二极管 VD 起隔离作用，在简化应用中，VD 可以省略不用。

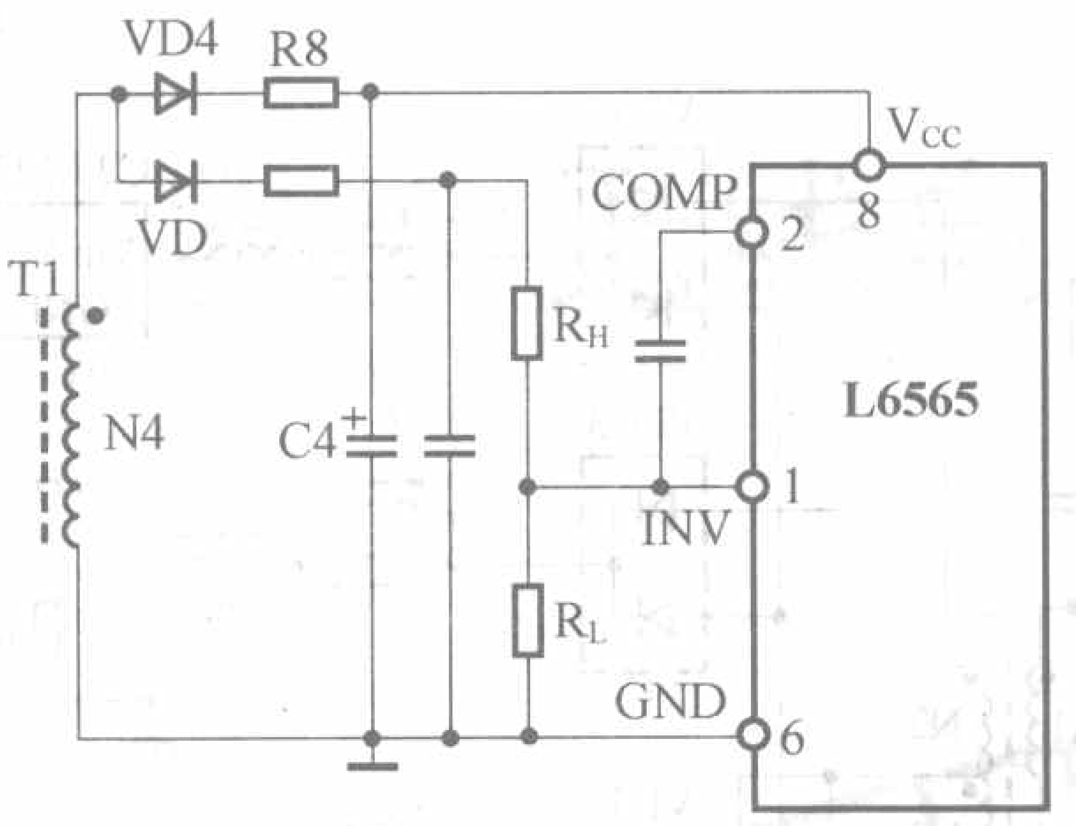


图 36　L6565 的原边控制方法

6．SG6105

SG6105 并非一般通用的 PWM 控制器，而是专用的多功能 PWM 控制器，专门为 PC 电源而设计，功能上相当于 1 片 TL494+2 片 TL431+1 片 2/4 比较器，参考前面的图 11，采用 TL494 的典型 PC 电源的电路原理图，SG6105 除了包含完整的 TL494 外，还相当于集成了 3.3V 稳压电路中的精密电压源 ZIC1（TL431C）、IC2（LM393）、VT5、VT6、VT7、VT8、VT10 及其相关的电阻、电容及其二极管网络，集成的另外一个相当于 TL431 的器件则可以用于辅助待机电源，采用 SG6105 构成的 PC 电源能够大大减小电路的负载程度并提高电路的可靠性，同时 SG6105 采用 4.5～5.5 的电源，可以直接由待机电源 +5VSB 供电。

SG6105 由 SG（System General，崇贸公司）生产，集成的 PWM 控制功能相当于 TL494 而功耗更低，振荡器频率只需外接一个电阻进行频率微调，调节范围 60kHz～70kHz，典型频率 65kHz，可延时的 PG（电源好信号）输出和 PSON（开 / 关机控制）输入，软启动功能，改进的图腾柱输出级，AC 信号取样电路缩短了 PG 信号的报警延时，除此之外，输出电压检测和相关保护电路也更加完善，3.3V、5V、12V 有各自独立的欠压 / 过压取样、检测保护电路，−5V 和 −12V 有专门的欠压检测保护电路，同时还有专门的过载和短路保护电路。

SG6105 采用 DIP20 封装，图 37 是它的内部电路框图和引脚定义，图 38 是采用 SG6105 的典型 PC 电源电路原理图。

图 38 所示的电路，开关电源部分的原理与图 11 相同，T1 是驱动脉冲变压器，驱动级为推挽式，T2 是主开关变压器，功率部分是典型的半桥式拓扑，主开关变压器次级绕组的绕法与图 11 有所不同，次级绕组采用了串连绕法，5V 绕组是 12V 绕组的一部分，−5V 由 −12V 升压通过一片三端线性稳压器 7905 获得，3.3V 部分与图 11 相同。最大的简化是输出电压的取样以及保护电路，各个输出电压信号都直接输入 SG6105 的相应端子，5V、12V 的稳压取样信号由 SG6105 第 17 脚输入，16 脚是补偿端子。PSON 直

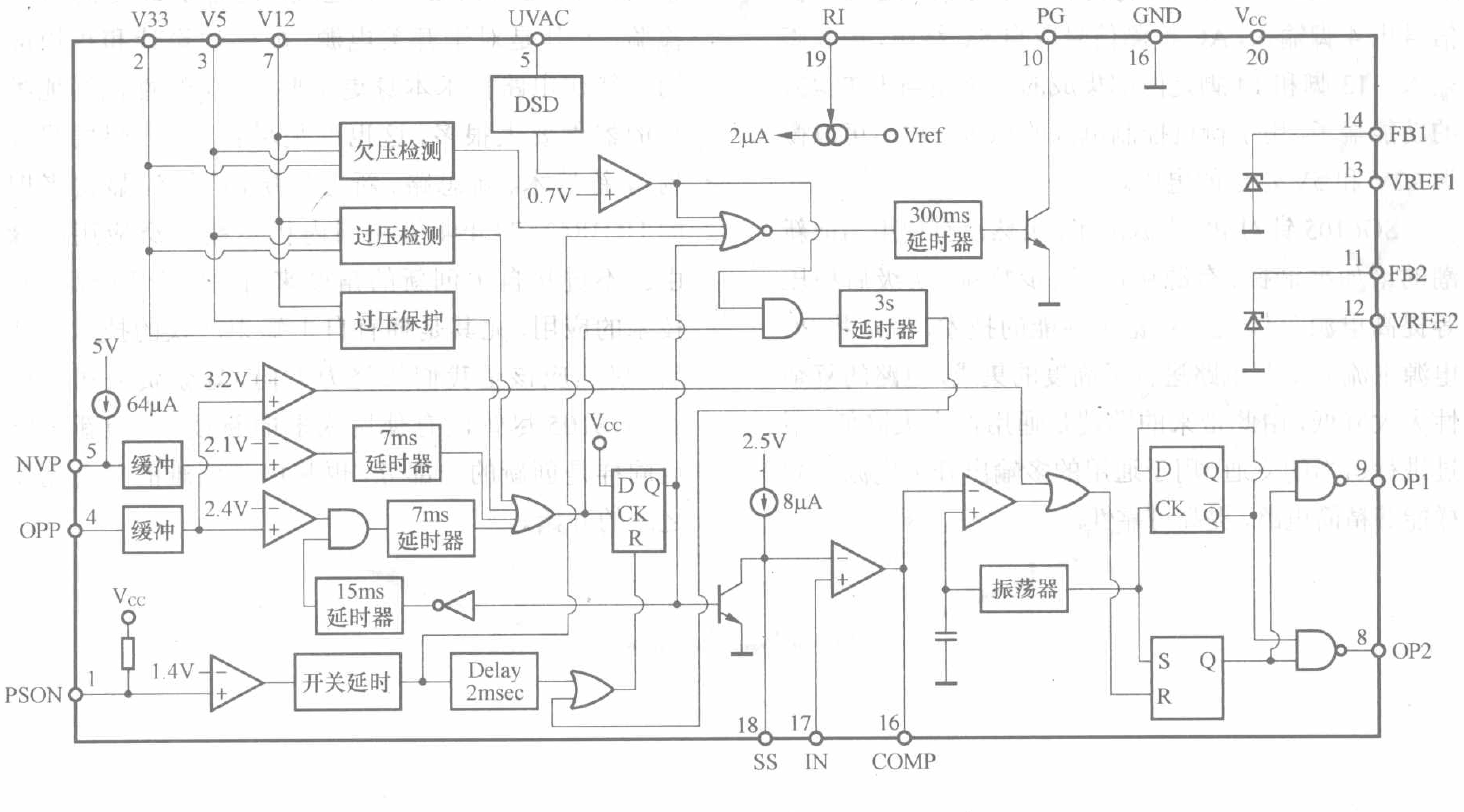


图 37　SG6105 的内部电路框图和引脚定义

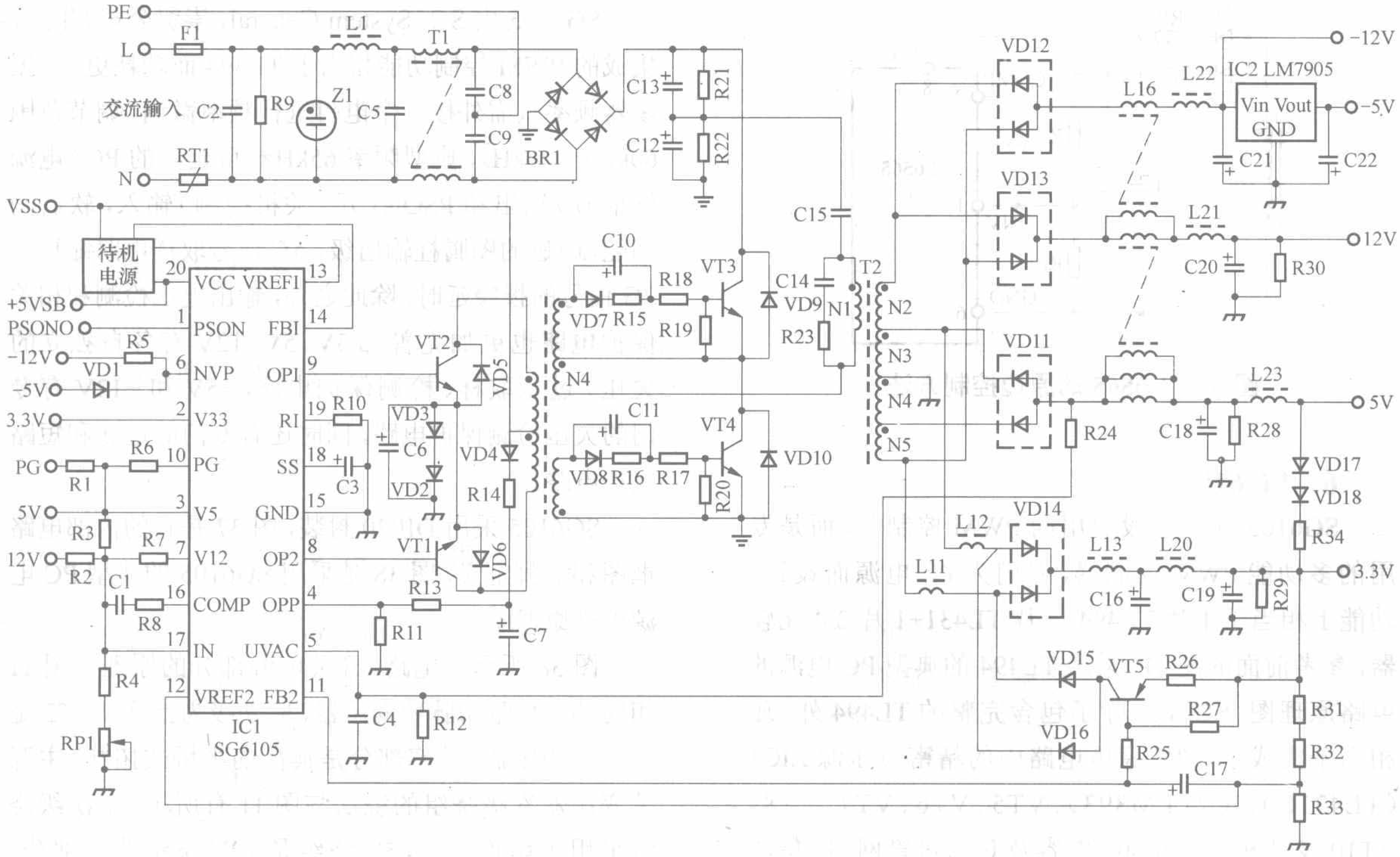


图 38　采用 SG6105 的典型 PC 电源电路图

接输入 SG6105 的 1 脚，PG 信号由 10 脚输出。18 脚是软启动端子，外接的电容 C3 设定了启动时间。19 脚是内部振荡器的放电电阻连接端子，外接一个 75kΩ～91kΩ 的电阻微调振荡器的频率。过载保护信号由 4 脚输入，AC 检测信号取自 5V 绕组，由 5 脚输入。13 脚和 14 脚是内部集成的一个相当于 TL431 的功能端子，用于待机控制电源的稳压。RP1 可以微调 12V 和 5V 输出的电压。

SG6105 针对 PC 电源应用，虽然没有使用当前新潮的诸如准谐振、有源钳位、同步整流、次级后稳压等提高电源总体效率和稳压性能的技术，但是将 PC 电源主流的主要电路进行了高度的集成，电路的复杂性大大降低，由此带来的弊端是通用性大大降低，不过进行适当的变通，用于通用的多输出开关电源也同样能够精简电路，提高可靠性。

SMPS 电源 PWM IC 还有很多，哪些更常用、更普及，除了众所周知的与国家、地域因素外，恐怕还是一个仁者见仁、智者见智的话题。新产品、新技术的应用需要一个过程，还需要最终的市场检验，尤其是对于开关电源，成熟的设计和规模应用往往比电路技术本身更重要，选型惯性比其他类型的器件要大很多，这也许是尽管“你方唱罢我登场”，新技术、新思路、新方法层出不穷，显得老旧的 UC3842、TL494 等在国内仍然被广泛应用的缘由。不过从自主创新的角度来看，推进新产品、新技术的应用，尤其是拥有自主知识产权的技术与产品，仍然应该是我们的努力方向，像崇贸公司推出的 SG6105 尽管没有使用太多的新技术，但新思路也同样是创新的一部分，也是由易到难的自主创新之路的开始。

封面
书名
版权
前言
目录
应用电路与制作
新型电压检测芯片ＰＴ７Ｍ６１０Ｘ及其应用＆唐黎明
一款有线广播电脑自动管理系统的制作＆晨风
一款新颖的车辆语音提示报警装置＆丁德勤
对一种温控仪的改进设计＆郭帅
０～３０Ｖ稳压管测试器＆俞虹
运放，我们需要什么？＆吴红奎　　吴红静
新品速递
运放＆吴红奎　　吴红静
音频功放集成电路
锂电池充电（管理）集成电路＆吴红奎
ＬＥＤ驱动集成电路＆吴红奎
ＦＭ接收／发射集成电路＆吴红奎
ＡＣ－ＤＣ开关电源ＰＷＭ集成电路＆吴红奎
电子标签（ＲＦＩＤ）集成电路＆吴红奎
ＤＣ－ＤＣ开关电源稳压集成电路＆吴红奎
新型ＡＤ／ＤＡ转换器集成电路＆吴红奎
新颖的免调整ＡＭ接收芯片＆唐黎明
家庭实用投影机的制作方法＆黄志明
自制家用厨房定时提醒器＆张晓光
ＯＰＡ２２７７的特性及其应用＆吴红奎　　吴红静
仅用两节ＡＡ电池的手机应急充电器＆刘峰　　周炳峻
分压电阻值的便捷设定＆杨德印
人造石制作的音箱＆徐宝全
充电电池在电动工具中的应用＆唐黎明
ＢＨ１４１７Ｆ锁相环调频立体声发射板的制作＆王晓鹏
一种简易的微型直流电机启动控制电路＆雷学堂
改进型扬声器保护电路＆李友德
制作一款简单实用的栅网式防盗报警器＆张晓光
ＰＴ７Ｍ６１　０１／０２的典型应用方案＆方佩敏
用ＭＡＸ６６６制作的新型节能声控灯＆李万乐
湿度测量自动浇花器＆杨绪业
新型光控传感器ＯＮ９６６８的应用＆郑国恩
自制转换电路让手机／小灵通也能发传真＆彭元
用触发器实现一按键双功能电路＆余阿陵
用普通硬盘打造全能数码影音中心＆陶言
ＶＩＣＴＯＲ　２５多功能过程校准器应用实例＆苏建伟　　刘波
浅谈白光ＬＥＤ的应用＆屈朋伟
小型便携式１Ｗ　ＬＥＤ应急台灯＆屈朋伟　　李辉
人体红外线控制ＬＥＤ镜灯＆孙志甫
剖析电动车充电器之工频充电器＆唐奂知
微距无线供电发射模块ＶＯＸ０６ＭＰ０１＆吴玥
锂电池及其充电电路漫谈（上）＆吴红奎　　吴红静
自制随身“电源”＆余滨松
简单安全的锂电池充电电路＆虞世舜
自制车载电源直流变换器＆吴宪龙
自制可单节或多节充电的镍氢电池充电器＆张晓光
电子鞭炮的设计与制作＆龙安国
锂电池及其充电电路漫谈（下）＆吴红奎　　吴红静
给农用点种机加上电子智能装置＆刘航宇
一款新型电动自行车充电器电路的剖析＆陈文启
半导体冷热座椅＆俞虹
一款可编程的无线音频发射模块ＦＭ２００８＆甘铭晓

用报废的螺口电子节能灯泡改装ＬＥＤ节能灯泡＆杨喆
我对制作ＬＥＤ照明灯的几点认识＆史广生
用廉价ＤＶ实现居家防盗＆陈如柏
改进的时钟定时电路＆罗文　　罗清华
烟雾自动排风控制器＆陈有卿
６ＧＨｚ频率计的制作＆杨百盈
ＵＳＢ单片ＤＡＣ　ＰＣＭ２７０２及其应用＆吴玥
列车广播抗干扰自动静音控制器＆梁政
自己动手做个恒流电子负载机＆冉小平
自制金属探测器＆胡炼　　贺静
改进型无线耕牛防盗器的制作＆刘航宇　　蔡传成　　徐燕林　　刘智
一种性能优良结构简单的ＡＧＣ电路＆王剑锐　　常世昌
跟我来做ＥＰ５１编程器＆石学军
用ＩＣＬ８０３８制作多功能信号发生器＆陈吹信
编辑部实测
无线供电集成电路及其应用＆古人
近距离感应式检测电路的设计与制作＆王明洋
三种节能的电子触摸开关＆彭佩烘
初学者园地
奇妙变色光纤“花”＆张晓东
２００６年北京市中小学生电子技术竞赛圆满举行＆本刊记者
有线电视室内布线讲座
有线电视布线器材＆柳深
室内布线的方法与用户终端常见故障＆柳深
小制作点点通
教你看懂电路图＆莫恩
学会设计电路板＆莫恩
如何制作电路板＆莫恩
如何进行焊接安装＆莫恩
如何用好万用表＆莫恩
怎样制作稳压电源＆莫恩
怎样制作音乐门铃＆莫恩
怎样制作无线话筒＆莫恩
怎样制作超声波“电筒”＆莫恩
关于放大器反馈类型判定的又一方法＆李德生
２００６年北京市中小学生电子技术竞赛笔试题＆宋东生
２００６年北京市中小学生电子技术竞赛装机竞赛内容分析＆张军
学·做·用
会叫的“小猪”灯笼＆张晓东
趣味“黑白猪”音响盒＆张晓东
趣味跷跷板＆张晓东
低成本婴儿尿湿提醒器＆张晓东
音乐钱筒＆俞虹　　王捷
会说话的“金猪”储钱罐＆张晓东
多功能测电笔＆张晓东
自制简易家用婴儿监听器＆张晓东
２００６年北京市中小学生电子技术比赛装机竞赛内容分析＆张军
２００６年北京市中小学生电子技术竞赛笔试题＆宋东生
无线编码遥控门铃教学套件的原理与制作＆孙心若
２００６年北京市中小学生电子技术竞赛笔试题答案（高中组）
认识电动自行车蓄电池＆唐奂知
我也来谈ＣＭＯＳ与非门的模拟放大应用＆布拉克
模具法快速拆卸集成电路＆李殿兵
轻松认识８０５１（上）＆张义和　　陈敌北
让您的充电电池益寿延年——蓄电池的鉴别、养护及维修＆王霞　　王福海
轻松认识８０５１（下）＆张义和　　陈敌北
一只电容提高遥控器发射距离＆张俊霞
实用的新型数码录放王系列制作套件

初学单片机十问十答（上）＆周坚
可靠、省心的“电子秋千”＆滕今朝
自己动手安装简易场效应管－集成电路直放式收音机＆赵世平
初学单片机十问十答（中）＆周坚
ＢＥＡＭ机器人ＤＩＹ
什么是ＢＥＡＭ机器人＆温正伟
做个简单有趣的ＢＥＡＭ机器人＆温正伟
ＢＥＡＭ常用元件和制作技巧＆温正伟
初学单片机十问十答（下）＆周坚
绝缘栅型场效应管实用检测方法与技巧＆曹文
使用数字万用表测量晶体三极管的方法＆张瑞锋
模块化搭建电路提高实验效率＆柯善惠
只用１节５号电池供电的超高亮ＬＥＤ电路＆赵世平
ＨＡＭ通信
ＢＳ７Ｈ黄岩岛国际业余无线电远征队纪事＆文翰墨
本刊访问美国业余无线电转播联盟（ＡＲＲＬ）＆本刊记者
走进２００７中国业余无线电节——一位ＨＡＭ眼中的“五五节”＆朝晖
业余电台入门设备配置指南
设备配置须知＆杨法
主流业余电台设备的行情＆杨法
专题　　业余无线电家
协会之窗
《无线电》与《业余无线电家》合作出版
中国无线电运动协会简介
加入中国无线电运动协会的简单流程
活动报道
业余通信传友谊　　中国学生与国际空间站宇航员对话＆本刊记者
２００７年业余无线电通信锦标赛随笔＆本刊通信员
关于ＢＳ７Ｈ操作礁石的命名＆文翰墨
盛夏的狂热——记２００７　ＩＡＲＵ短波世界锦标赛＆陈衡（ＢＤ５ＲＶ）
ＡＲＩＳＳ在中国手牵手，让我们的梦更远＆陈衡（ＢＤ５ＲＶ）
交流提高
业余无线电爱好者的电台室＆范斌（ＢＡ１ＲＢ）
业余电台入门设备配置指南
设备配置方案＆杨法
相同与不同＆作者：马长有（ＢＧ２ＡＣＡ）
“火腿族”的网上乐园＆赵素汉（ＢＡ７ＡＳ）
技术园地
ＤＩＹ简易Ｖ／Ｕ段“Ｊ”形和ＨＦ段倒“Ｖ”天线＆张晓平（ＢＤ６ＣＳ）
短波三角形四波段倒Ｖ天线＆贺欣颖（ＢＤ６ＢＸ）
ＨＦ　６波段２单元组合式便携ＹＡＧＩ＆陈荣标（ＢＧ７ＩＧＧ）
墙内开花墙外香——八木天线的故事＆编译／孟繁荣（ＢＧ１ＴＥＵ）
垂直天线的安装高度及地网＆编译／黎一中（ＢＧ４ＣＴＬ）
ＤＩＹ自己的电报译码器＆王东（ＢＤ９ＥＺ）
成为点击莫尔斯电码的能手——谈“三、三线”点击法＆徐世兴
新品动态
八重洲ＹＡＥＳＵ　　ＶＸ－３Ｒ新机发布＆黎海（ＢＤ７ＰＡ）
资料
２００７年三级《业余电台操作证书》考核试题
２００７年二级《业余电台操作证书》考核试题
２００７年一级《业余电台操作证书》考核试题
地方动态
合肥无线电运动协会３月１７日成立＆赵军（ＢＧ６ＢＥＱ）
安徽省无线电技术协会成立大会于７月２８日召开＆方明（ＢＡ６ＡＡ）
绍兴柯桥中学ＢＹ５ＤＡ集体业余电台开台
各地无线电管理局纷纷开展无线电法规宣传活动＆本刊通信员
ＪＳ－ＲＳＡ四波段收信机＆卜宪之（ＢＤ４ＲＧ）
业余电台天线选配指南（上）＆杨法（ＢＤ４ＡＡＦ）

业余电台天线选配指南（下）＆杨法
０Ｖ－３５Ｖ／１０Ａ高精度稳压电源的制作＆邓华
电脑·单片机
利用三端稳压集成电路解决电脑死机故障＆王涤生
走进仿真世界
Ｐｒｏｔｅｌ　９９　ＳＥ仿真实例——典型锁相环电路的仿真＆高贺一
基于ｐｒｏｔｅｕｓ的ＲＳ２３２物理接口仿真＆刘兴宾
利用Ｍｕｌｔｉｓｉｍ１０中的ＭＣＵ模块进行单片机协同仿真＆夏靖
Ｐｒｏｔｅｕｓ仿真软件中虚拟终端的使用＆李军斌　　任益芳
跟我做ＡＶＲ单片机实验
电源控制开关＆吴汉清
用单片机做数字电压表头＆吴汉清
用单片机做数字频率计＆吴汉清
单片机串口的应用＆吴汉清
用单片机做电子密码锁＆吴汉清
用ＳＴＣ１２Ｃ５４１０ＡＤ单片机实现多路信号的自校准测量＆郑利敏
组建简易ＰＬＣ实验室＆邹芝亮
用可编程逻辑器件设计数字语音电路
数字语音电路的基本原理与时序设计＆陈演平
用ＰＬＤ设计电话交换电路＆陈演平
ＰＬＤ在数字语音处理中的应用＆陈演平
ＦＰＧＡ在数字语音处理中的应用＆陈演平
从ＭＡＸ＋Ｐｌｕｓ　Ⅱ过渡到Ｑｕａｒｔｕｓ　Ⅱ＆陈演平
３２方语音会议电路的设计＆陈演平
电脑ＵＳＢ接口配件一览＆赵玉安
几例电脑不启动故障分析及解决办法＆李玮
用ＡＴ８９Ｃ５１单片机制作简易电话智能遥控器＆林元新
ＡＴ８９Ｃ系列单片机升级产品——ＡＴ８９Ｓ系列单片机简介＆邢矫健
用ＡＴ８９Ｃ５１单片机控制剪板机＆黄建华
体验ＭｕｌｔｉＳＩＭ
电子仿真软件ＭｕｌｔｉＳＩＭ　９新功能简介＆黄培根
如何使用虚拟安捷伦函数信号发生器＆黄培根
电子仿真软件ＭｕｌｔｉＳＩＭ　９中虚拟示波器的使用方法＆朱晓欣
用ＵｌｔｉＢＯＡＲＤ９．０绘制电路板＆任清褒
图形化开发平台ＬａｂＶＩＥＷ８．２简介及应用举例＆黄晓艳
简单易制的电脑移动硬盘＆姚宗栋
单片机编程技巧
Ｃ５１编程技巧＆朱万飞
ＭＣＳ－５１系列单片机的软件复位方法＆张良钿
用调试法编制单片机精确延时程序＆房毅卓
汇编语言与Ｃ５１语言实现跑马灯实验的比较＆徐金增
单片机开发工具ＤＩＹ
ＡＶＲ单片机并口下载线的制作＆邵子扬　　吕益光
自制简易ＰＩＣ单片机编程器＆胡汉平
伟纳ＳＰ１８０Ｓ编程器制作＆伟纳电子
用Ｍ８Ｌ制作的８９Ｓ５１单片机ＵＳＢ下载线＆王晓波
用ＳＳＴ８９Ｅ５１６ＲＤ自制５１单片机仿真器＆吴汉清
虚拟仪器ＤＩＹ
用电脑声卡做音频函数信号发生器＆李朝友
自制简易示波器＆孙红生
基于串口的虚拟示波器＆周长锁
用ＬａｂＶＩＥＷ和ＰＩＣ单片机打造虚拟数字存储示波器＆高涛
成本仅百元的ＵＳＢ接口虚拟示波器＆孙红生　　凌海
单片机液晶显示技术入门与提高
用单片机控制液晶显示模块ＬＣＤ１６０２＆赵亮
用单片机实现传统电路功能
用单片机设计电子音乐门铃＆郇玉龙　　赵宁
用ＡＴｍｅｇａ８做的可调数显稳压电源＆吴汉清

单片机限电控制器＆吴汉清
用单片机产生正弦波信号——基于单片机的ＣＴＣＳＳ信号发生器设计＆张政　　刘奎武
单片机控制的高频调光台灯＆吴汉清
单片机同线电话交换机＆吴汉清
用单片机制作简易工频示波器＆周长锁
巧改废旧冰箱为恒温培养箱＆秦辉
用雕刻机制作电路板＆谭利民
用ＰＩＣ单片机制作ＬＥＤ数字钟＆傅劲松
用单片机做智能定时器＆杨德富
低成本看门狗电路＆张雪田
ＡＴ８９Ｃ２０５１单片机双路路灯照明控制器＆黄建国
单片机外围电路
单片机进行ＬＥＤ显示的好帮手——ＭＡＸ７２１９＆宋占坡
装一台节电型电脑＆张越仁
用ＡＴ８９Ｃ２０５１制作网线测试器＆周路平
给单片机添加“无线ＩＳＰ”功能＆雷刚
防违规型四路无线抢答器＆尚海林　　陈连举　　徐神峰
用电脑分析红外遥控信号＆沙晓
基于Ｍ８的“流动”电子钟的制作＆刘亮
用ＡＴ８９Ｃ５１单片机设计小区防盗自动拨号报警系统＆王建国
ＡＤ７７１５在中央空调变频器系统中的节能应用电路设计＆乔晋兴　　王宁
ＤＳＰ开发入门＆袁莉　　蒋在芳
用单片机制作功率调节器＆卫小鲁
动手做单片机电路（供应套件）
可编程ＬＥＤ光源控制器＆郝小平
用单片机做显示器信号发生器＆孙彦
简单实用的负电压发生器＆曾文阳
用Ｍ８Ｌ做小功率数字功放＆王晓波
用单片机为电饭锅做“手术”＆任鹏
基于ＤＳ１８Ｂ２０的数字温度计＆王栋
带液晶显示的直流稳压源＆韩冬年　　陈双燕　　夏业磊
２５芯电缆线智能检测仪＆李述香　　邱召运
通用ＰＬＤ器件ＥＰＭ７１２８ＳＬＣ８４简介＆陈力锟
专题　　没有什么能够阻挡，我对单片机的向往
单片机入门制作
白手起家　　好的开始是成功的一大半！＆杜洋
十八般兵器　　快使用单片机，哼哼哈兮！＆杜洋
成家立业　　豁然间玩转单片机！＆杜洋
用武之地　　好的结束是成功的明证！＆杜洋
３２０８ＬＥＤ点阵电子钟
１２８６４ＬＣＤ电子钟
２４０２ＬＣＤ电子钟
洗衣机控制器
常用单片机选型指南
从实例看怎样选用单片机＆吴汉清
电动自行车里程表
太阳能ＬＥＤ灯控制器
身高体重测量器
数字频率计
单片机的分类与选型＆吴汉清
常用的典型单片机资料＆吴汉清
单片机简易数字电压表＆赵亮
基于ＡＴ８９Ｃ５５的全自动便携式线束检测装置＆杨利宏
采用１２８６４液晶模块作显示的多功能锅炉控制器＆乔晋兴　　王宁
自制简单的５１开发板＆陆东旭　　甄钊博
用ＡＴ８９Ｓ５１控制ＬＥＤ点阵屏滚动显示１６汉字＆李靖
豪华版带光感、遥控、语音提示功能的电子钟＆赖伯秋
消息·书讯

《无线电》汇编丛书

更正

《无线电》杂志社推荐书目

《无线电》杂志祝老师们节日快乐——赠送５５５套件

　２００７年《业余电台操作证书》考核试卷答案

美国业余无线电协会中文版图书即将出版

“无线电爱好者工作室”照片征集活动

学电子　　读好书

编读往来

新型元器件样片索取表

　ＬＭ４５６２样片获赠名单

读者点题

２ＳＡ２１５１／２ＳＣ６０１１样片获赠名单

ＰＴ８Ｒ２０１２Ｗ样片获赠名单

ＯＰＡ２２７７样片获赠名单

“数码相机对焦精度镜易检测标板”使用简介

２ＳＤ１０４７／２ＳＢ８１７对管获赠名单

第１１期“单片机入门制作专题”预告＆编辑部

标志表示本书附赠光盘中有与该文章相关的内容附录常用开关电源电路及其应用＆吴红奎